



**Adriana Oliveira
Neves**

**Hortas Urbanas – Qualidade ambiental, segurança
alimentar e saúde pública**



**Adriana Oliveira
Neves**

Hortas Urbanas – Qualidade ambiental, segurança alimentar e saúde pública

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Doutora Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins, Professora Associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro e do Doutor Nelson José Cabaços Abrantes, Investigador Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento.

Dedico este trabalho aos meus pais por todo o esforço que fizeram até hoje para o meu sucesso.

O júri

Presidente

Prof.^a Doutora Ana Paula Duarte Gomes

Professora Auxiliar, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Mestre Susana Isabel Miranda Lopes

Especialista da LIPOR – Serviço Intermunicipal de Gestão de Resíduos do Grande Porto

Prof.^a Doutora Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins

Professora Associada, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus orientadores, Professora Filomena Martins e Doutor Nelson Abrantes, pela sua disponibilidade, paciência e apoio ao longo deste percurso. Por não terem desistido de mim numa fase complicada da minha vida.

Agradecer à Doutora Ana Luísa Caetano por todo o apoio e dedicação no período laboratorial.

Agradecer também a todos os docentes que fizeram parte do meu percurso académico.

Um agradecimento à minha família, e em especial aos meus pais, que fizeram sempre tudo para que nunca me faltasse nada, e aos meus irmãos. Se não fossem eles, não sei como teria ultrapassado a fase que passei recentemente, sem dúvida a mais difícil da minha vida até hoje.

Agradecer ao meu namorado, por todo o apoio.

Agradecer aos meus amigos que fizeram parte do meu percurso académico e àqueles que estão comigo desde pequena.

A todos, obrigada!

Palavras-chave

Sustentabilidade, Agricultura Urbana, Hortas Urbanas, Qualidade ambiental, Saúde pública, Segurança alimentar

Resumo

Atualmente, o desenvolvimento sustentável das cidades é visto como um dos temas de maior preocupação por parte da sociedade em consequência do aumento populacional nos grandes centros urbanos. Esta problemática tem contribuído para a degradação ambiental e por isso torna-se evidente a necessidade de preservar os recursos naturais e ambientais de modo a garantir que as gerações futuras disponham das condições básicas para o seu bem-estar e qualidade de vida. Assim, a origem de uma cidade sustentável deverá incorporar simultaneamente a dimensão ambiental, a dimensão económica e a dimensão social, fundamentais a considerar no desenvolvimento urbano. Espaços de agricultura urbana, tais como as hortas urbanas, devem ser integrados no modelo de desenvolvimento das cidades e portanto integrados na estrutura verde urbana principal.

As hortas urbanas contribuem para melhorar os aspetos sociais e económicos das comunidades, e portanto torna-se fundamental que estes espaços verdes sejam planeados com base no ordenamento do território e na estrutura ecológica urbana, de modo a permitir a identificação e minimização de problemas de contaminação causados pela poluição urbana, de forma a evitar potenciais efeitos nocivos na saúde humana nos utilizadores das hortas.

O presente trabalho, para além de avaliar a adequação de determinados parâmetros como indicadores de qualidade dos solos, pretendeu elaborar um manual de procedimentos de implementação e monitorização de hortas urbanas dando particular ênfase à necessidade de avaliar os solos e produtos hortícolas quanto a uma potencial contaminação. Nesse sentido, o presente trabalho assume-se como uma ferramenta útil, tendo em vista a qualidade ambiental, a segurança alimentar e a saúde pública.

Keywords

Sustainability, Urban Agriculture, Urban Allotment Gardens, Environmental Quality, Public Health, Food Security

Abstract

Currently, the sustainable development of cities is seen as one of the subjects of greater concern on the part of the society as a consequence of the population increase in the huge urban centers. This problem has contributed to environmental degradation and therefore it is evident the need to preserve natural and environmental resources in order to ensure that future generations have the basic conditions for their well-being and quality of life. Thus, the origin of a sustainable city should incorporate both the environmental dimension, the economic dimension and the social dimension, which are fundamental to consider in urban development. Spaces of urban agriculture, such as urban gardens, must be integrated into the urban development model and therefore integrated into the main urban green structure.

Urban gardens contribute to improving the social and economic aspects of communities and it is therefore essential that these green spaces are planned based on land use planning and urban ecology in order to identify and minimize contamination problems caused by urban pollution, avoiding potential harmful effects on human health in garden users.

In addition to evaluating the suitability of certain parameters as indicators of soil quality, this document intends to elaborate a manual of procedures for the implementation and monitoring of urban gardens, with particular emphasis on the need to evaluate soil and vegetables as to the potential contamination. In this sense, the present work assumes itself as a useful tool, in view of environmental quality, food safety and public health.

Índice Geral

Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Evolução histórica	8
1.3. Benefícios	11
1.4. Diferentes tipologias de hortas	14
1.5. Qualidade ambiental, segurança alimentar e saúde pública	16
1.6. Objetivos gerais e específicos	20
1.7. Metodologia adotada.....	21
Capítulo 2 – Abordagem e procedimentos	22
2.1. Compilação de informação	22
2.2. Procedimentos laboratoriais.....	23
2.2.1. Textura	23
2.2.2. Densidade Aparente.....	25
2.2.3. Capacidade de retenção hídrica.....	25
2.2.4. pH	26
2.2.5. Condutividade Elétrica	26
2.2.6. Nutrientes disponíveis no solo	27
2.2.7. Análise de contaminantes.....	30
2.2.8. Matéria orgânica	32
Capítulo 3 – Manual de procedimentos para implementação de Hortas Urbanas	34
Capítulo 4 – Considerações finais	48
Referências Bibliográficas	50
ANEXOS	55
Anexo 1 – Determinação do pH do solo.....	55
Anexo 2 – Determinação da condutividade do solo	58
Anexo 3 – Determinação da matéria orgânica do solo	59
Anexo 4 – Propriedades dos nutrientes.....	62
Anexo 5 - Sistemas de irrigação	64
Anexo 6 – Relação entre as plantas	66
Anexo 7 – Sementeira e Colheita	67
Anexo 8 – Rotações de culturas	69

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução da população rural e urbana	2
Figura 2 – Dimensões de Sustentabilidade	4
Figura 3 – Dezassete objetivos de Desenvolvimento Sustentável	5
Figura 4 – Cinco princípios da Agricultura e Alimentação Sustentável segundo a ONU para a Alimentação e a Agricultura (FAO)	7
Figura 5 – Exemplos de jardins dos trabalhadores, “Jardins ouvriers”, em França	9
Figura 6 – Exemplos ilustrativos do conceito cidade-jardim desenvolvido pelos arquitetos Adolf Loos e Leberecht Migge, em Viena	10
Figura 7 – Cartazes alusivos à campanha “Dig for Victory”	10
Figura 8 – Ciclo biogeoquímico dos metais pesados	19
Figura 9 – Sequência sintetizada da metodologia adotada	21
Figura 10 – Triângulo de texturas do solo e classes texturais definidas em função da percentagem de areia, limo e argila	24
Figura 11 – Infografia ilustrativa do manual de procedimentos de implementação de hortas urbanas ..	46
Figura 12 – Exemplos de sistemas de irrigação para o cultivo agrícola	64

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Serviços gerados pelos ecossistemas das hortas urbanas	13
Tabela 2 – Resultados obtidos da conjugação de palavras-chave	22
Tabela 3 – Métodos de medição adequados para a determinação de cada tipo de nutriente no solo	29
Tabela 4 – Teores máximos de contaminantes presentes nos géneros alimentícios (metais pesados)	31
Tabela 5 – Descrição das fontes de contaminação e respetivos contaminantes	37
Tabela 6 – Interações dos poluentes atmosféricos sobre a vegetação	44
Tabela 7 – Tolerância relativa de diferentes culturas à acidez do solo	55
Tabela 8 – Resultados obtidos de pH	56
Tabela 9 – Valores limite de concentração de metais pesados em solos em função do seu pH.....	57
Tabela 10 – Resultados obtidos de condutividade	58
Tabela 11 – Resultados obtidos de matéria orgânica pelo método 1 (determinação de matéria orgânica do solo pela perda de massa por ignição.....	60
Tabela 12 – Resultados obtidos de matéria orgânica pelo método 2 (determinação de matéria orgânica do solo através da determinação do carbono orgânico total com aplicação de um fator.....	60
Tabela 13 – Matéria orgânica de solos agrícolas em Portugal	61
Tabela 14 – Mobilidade de macronutrientes no solo e na planta	62
Tabela 15 – Mobilidade de macronutrientes no solo e na planta	62
Tabela 16 – Propriedades dos nutrientes do solo	62
Tabela 17 – Relações entre as plantas	66
Tabela 18 – Calendário de sementeira e plantação	67
Tabela 19 – Calendário de colheita	68
Tabela 20 – Culturas semeadas, culturas precedentes favoráveis e não favoráveis, rotação das culturas	69

Lista de Acrónimos

AEA – Agência Europeia do Ambiente

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CMAD – Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento

CNUAH – Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUA – Programa das Nações Unidas para o Ambiente

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Contextualização

O presente tema surge na sequência da crescente deterioração do meio ambiente causada essencialmente pelo crescimento da cidade que, em resultado da atividade antrópica, é a principal promotora de problemas ambientais (Fernandes & Ramos, 2016). Neste seguimento, é notória a crescente necessidade de pensar e gerir a cidade segundo o modelo de desenvolvimento sustentável capaz de envolver os principais pilares, social, económico e ambiental, de forma a coexistirem e interagirem entre si de forma equilibrada. É neste contexto que a agricultura praticada em meio urbano surge como uma atividade capaz de satisfazer esta necessidade.

Após a revolução industrial, foi notória a migração da população para os grandes centros urbanos (Figura 1)¹. Até este momento, a sociedade apenas se preocuparia em alcançar uma melhor qualidade de vida conseguida através do consumo desmedido. Nesta altura, o consumo de recursos estaria associado a uma sociedade moderna e evoluída. O Homem, considerava a natureza apenas como um provisor de recursos naturais essenciais para a produção ((Mendes, 1977) citado em (Fernandes, 2014)). A avaliação do estado de desenvolvimento era feita somente com base em indicadores económicos, não considerando indicadores de qualidade ambiental e a equidade social (Pinto, 2007). Esta mentalidade em que somente o crescimento económico é considerado, tem contribuído para o desenvolvimento de problemas socioeconómicos e ambientais (Fernandes, 2014).

¹ Atualmente, em Portugal, cerca de 68% da população vive em zonas urbanas (União Europeia, 2008).

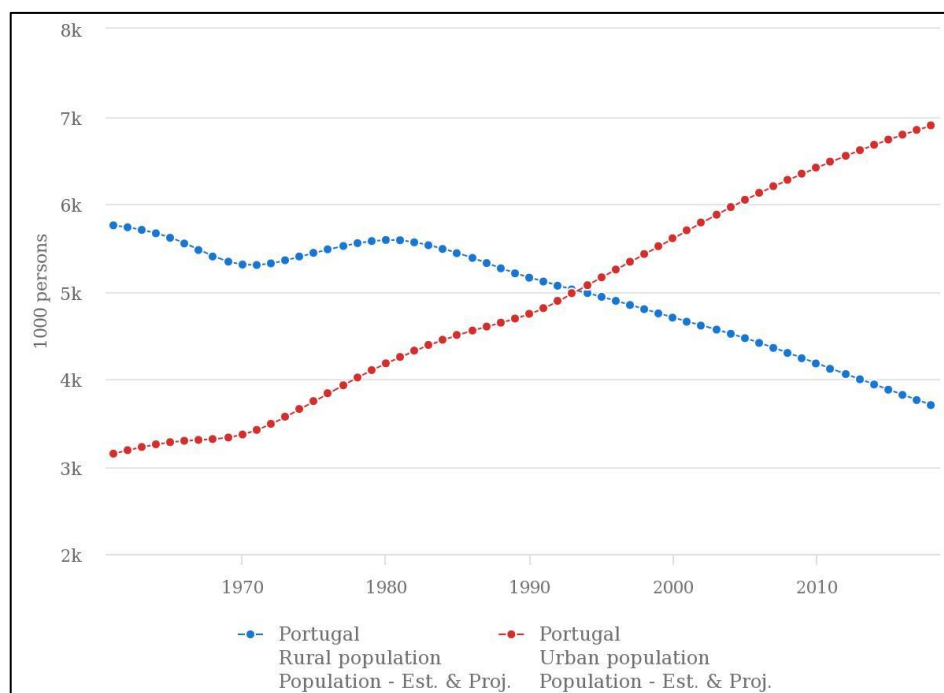


Figura 1 – Evolução da população rural e urbana

Fonte: FAOSTAT, (<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>)

Perante este cenário, e face aos impactos sentidos à escala global associados à modernização, tem-se verificado uma mudança de mentalidades e comportamentos da sociedade pensando a cidade como um espaço sustentável. Esta mudança, que surgiu num momento em que os níveis de poluição atingiam níveis muito elevados, contribuiu para o progresso de estudos relacionados com o conceito de sustentabilidade e posteriormente tomada de medidas de desenvolvimento sustentável passou a ser realizado de forma mais rápida uma vez que a sobrevivência da humanidade estaria em questão.

A noção de desenvolvimento sustentável manifestou-se pela primeira vez em 1972 na Conferência das Nações Unidas Sobre o Ambiente Humano (CNUAH), realizada em Estocolmo onde foi criado o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA). Esta conferência *“atenta à necessidade de um critério e de princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano”* (Nações Unidas, 1972), permitindo não só a mudança de pensamentos relativamente ao meio ambiente como também a proteção de recursos naturais.

No ano de 1987, após a publicação do relatório intitulado “O Nosso Futuro Comum”² realizado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Brundtland, 1987), surge o conceito de desenvolvimento sustentável que até aos dias de hoje é adotado:

“Desenvolvimento sustentável é aquele que permite colmatar as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras darem resposta às suas próprias necessidades” (União Europeia, 2011).

A Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento (CMAD), criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e responsável pela elaboração do relatório anterior, assume como principais objetivos (APA, 2015):

- reexaminar os problemas ambientais e do desenvolvimento e definir propostas de ação inovadoras, concretas e realistas para os remediar;
- reforçar a cooperação internacional nos domínios do ambiente e do desenvolvimento;
- aumentar o nível de compreensão e de compromisso sobre a questão ambiental e o desenvolvimento, por parte dos governos, dos indivíduos, das instituições, das organizações e das empresas.

Em 1992, surge a Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, tendo como objetivo o *“estabelecimento de uma nova e equitativa parceria mundial através da criação de novos níveis de cooperação entre os Estados, os sectores-chave das sociedades e os povos, tendo em vista os acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e protejam a integridade do sistema global de ambiente e desenvolvimento, reconhecendo a natureza integral e interdependente da Terra, nossa casa”* (RIO, 1992).

Mais tarde, em 2002, realiza-se a Declaração de Joanesburgo³ cujo principal objetivo era colocar em prática os compromissos acordados anteriormente, especialmente em relação à Agenda 21⁴ que consistia basicamente numa agenda de trabalho com um plano de ações, com a finalidade de proteger o planeta alcançando o desenvolvimento sustentável.

² Conhecido como Relatório Brundtland.

³ Também conhecida como Rio+10, uma vez que marcava os 10 anos da última grande conferência ambiental da ONU, Rio-92.

⁴ Documento assinado na Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, em 1992

Em 2012, é produzida a Declaração Final da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (RIO+20), onde são renovados os compromissos com o desenvolvimento sustentável e com a promoção de um futuro económico, social e ambientalmente sustentável para o nosso planeta e para as atuais e futuras gerações (RIO, 1992).

De forma generalizada, a Declaração do Rio apresentada anteriormente possui como objetivo principal o alcance de acordos internacionais que respeitem o interesse de todos, permitindo uma melhor qualidade de vida para a sociedade. Para a sua concretização, é necessário atingir um equilíbrio entre o desenvolvimento económico, a proteção do meio ambiente e a justiça social. Na figura 2 é possível observar a interação entre as dimensões mencionadas, que suportam o conceito de sustentabilidade.

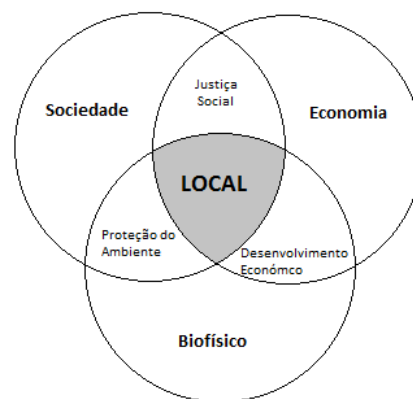


Figura 2 - Dimensões de Sustentabilidade

Fonte: (Pinto, 2007)

O ano de 2015 ficará marcado na História como o ano em que são definidos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) apresentados na figura 3. Estes objetivos estão inseridos na Agenda 2030, elaborada numa cimeira da ONU, que pretende erradicar a pobreza e promover o desenvolvimento económico, social e ambiental à escala global até 2030 (RIO, 1992).



Figura 3 – Dezassete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)

Em torno do conceito de desenvolvimento sustentável, surgiu nos últimos anos um crescente interesse em tornar-se aplicável o conceito em meio urbano. O “desenvolvimento urbano sustentável” surgiu como um conceito chave fundamental para assegurar a sustentabilidade do planeta, especialmente em áreas onde o planeamento não é incluído no plano de trabalho ((UN-Habitat, 2010; Koglin, 2008) em (Fernandes, 2014)).

O Desenvolvimento Urbano Sustentável é caracterizado como o processo através do qual a sustentabilidade urbana pode ser atingida (Virgínia W.Maclaren,2004), promovendo o desenvolvimento económico e das condições de saúde. Assim, este conceito assenta no equilíbrio entre o desenvolvimento das áreas urbanas e a proteção do meio ambiente.

O conceito de cidade sustentável, integrado no planeamento urbano sustentável, baseia-se em preservar e/ou projetar espaços verdes urbanos. Estes espaços, associados a regiões naturais ao longo da área urbana, devem ser ponderados de forma a maximizarem, em simultâneo, os benefícios ambientais, sociais e económicos de forma a minimizar os desequilíbrios sentidos nas cidades.

O estado de degradação do meio ambiental, nomeadamente a deterioração do solo, surge como consequência do alargamento das áreas urbanas, que consome uma excessiva quantidade de recursos. Estas áreas são pensadas e contruídas de forma dispersa e desordenada menosprezando os valores culturais e ecológicos da cidade (Cavaco & et al., 2015). Por tudo isto, é visível a extrema necessidade de

não só repensar a ocupação do território como encontrar novas abordagens de desenvolvimento sustentável.

A agricultura urbana surge como uma estratégia de desenvolvimento urbano sustentável que, para além da produção de alimentos⁵, favorece a paisagem e os espaços de lazer promovendo uma economia mais verde (Pinto, 2007). Este princípio é conseguido quando a prática contribui: para o ambiente, preservando os recursos naturais e reduzindo o impacto ambiental (FAO, 1991); para o bem-estar da população uma vez que contribui para o aumento da segurança alimentar; e para a economia na medida em que pode constituir uma fonte de rendimento, permitindo a redução da pobreza (Smit, Nasr, & Ratta, 2001).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) considera 5 princípios da agricultura e alimentação sustentável (FAO, 2018), cujas ilustrações se encontram representadas na figura 4.

1. Melhorar a eficiência no uso de recursos é crucial para a agricultura sustentável
2. Sustentabilidade requer ação direta para conservar, proteger e melhorar os recursos naturais
3. A agricultura que não protege e melhora os meios de vida rurais, a equidade e o bem-estar social é insustentável
4. Melhorar a resiliência das pessoas e dos ecossistemas é fundamental para a agricultura sustentável
5. Alimentos sustentáveis e agricultura requerem mecanismos de governação responsáveis e eficazes.

⁵ A agricultura urbana refere-se não só ao cultivo de produtos agrícolas como também de árvores de fruto (Fernandes, 2014).

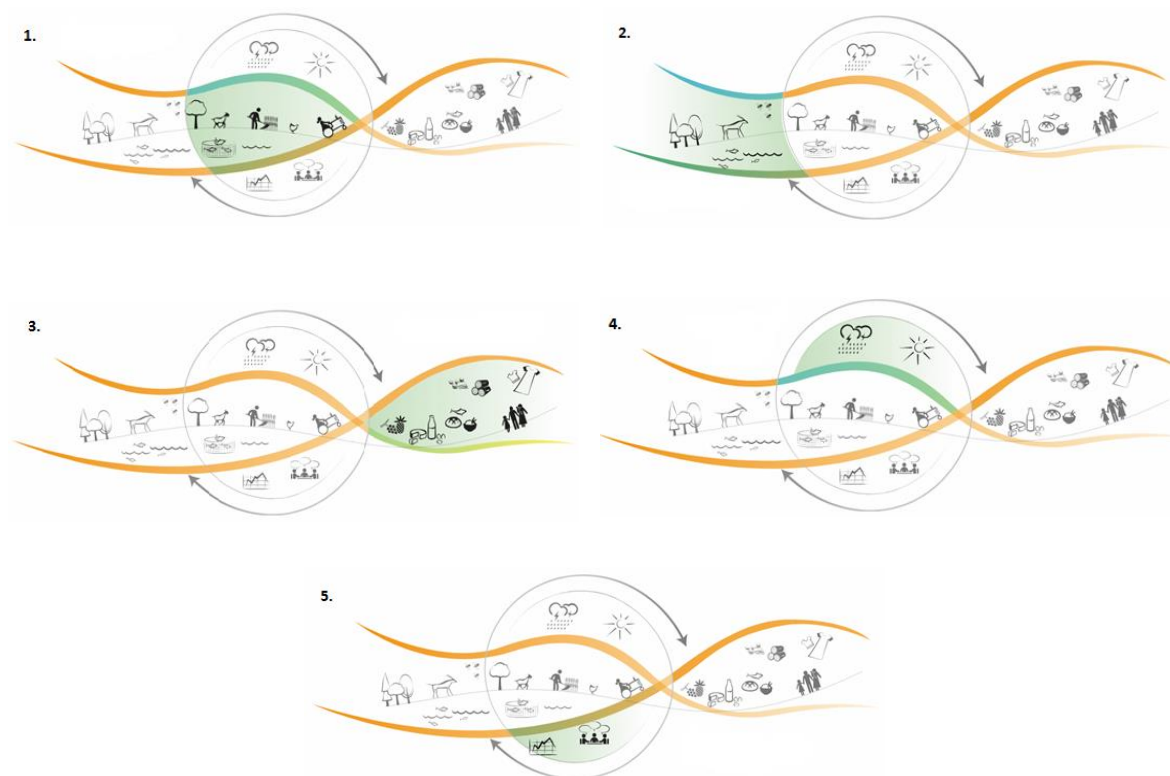


Figura 4 – Cinco princípios da Agricultura e Alimentação Sustentável segundo a ONU para a Alimentação e Agricultura (FAO)

Fonte: Adaptado FAO, <http://www.fao.org/sustainability/en/>

As hortas urbanas representam umas das estratégias mais comuns de implementação de agricultura urbana nos países desenvolvidos. Estes espaços constituem, de uma forma generalizada, uma parcela de terreno que se destina principalmente à produção de alimentos. Para além disso, podem ainda ter uma função social, económica, educativa ou terapêutica (Babo, 2014).

Segundo Pinto, 2007 as hortas urbanas constituem uma parcela de terreno cuja dimensão é condicionada pela disponibilidade de terrenos, os quais são, por norma, pequenos e onde se cultivam legumes, hortaliças, plantas ornamentais e árvores frutíferas. Ainda segundo este autor, as hortas urbanas traduzem *“uma forma espontânea de utilizar os espaços intersticiais das cidades, permitindo o autoabastecimento, a redução dos consumos energéticos, o incremento da atividade económica ao gerar postos de trabalho e ter um efeito multiplicador na economia, a disponibilidade de produtos frescos e, se se tratar de agricultura biológica, de produtos sãos”*.

De acordo com o Comité de Agricultura, a FAO define a agricultura biológica como: *“A agricultura biológica é um sistema de gestão de produção holístico, que promove e melhora a qualidade do ecossistema agrícola, ao fomentar a biodiversidade, os ciclos biológicos e as atividades biológicas do solo. Privilegia o uso de boas práticas de gestão da exploração agrícola, em detrimento do recurso a fatores de produção externos, tendo em conta que os sistemas locais devem adaptar-se às condições regionais.”*

De acordo com (Guitart, Pickering, & Byrne, 2012) as principais motivações para o cultivo em meio urbano são: o consumo de alimentos frescos; a coesão social; a melhoria da saúde; a educação e, por fim, o bem-estar económico conseguido através do consumo dos alimentos cultivados ou pela venda destes mesmos.

Matos, 2010 defende que as hortas urbanas *“são uma contribuição única para o espaço urbano”*. Este autor considera estes espaços como *“uma memória do que o campo terá sido - uma paisagem humanizada”, “um espaço para construir a ilusão de estar no campo, mais confortável e acessível para as pessoas que desejam trabalhar com a terra (...) o sistema natural que assegura a respiração da cidade”*.

1.2. Evolução histórica

Com o intuito de compreender de que forma surgiram as hortas urbanas e perceber o seu desenvolvimento ao longo do tempo, efetuou-se uma pequena abordagem da sua evolução histórica importante para conhecer a importância e os impactos destes espaços.

Segundo Edwards (2012), as primeiras hortas urbanas surgiram no Reino Unido no século XVIII, em consequência do êxodo rural caracterizado pela migração da população das áreas rurais para áreas urbanas. Por conseguinte, estes espaços passaram a fazer parte da paisagem urbana (Petts, 2001) funcionando como um espaço de cultivo capaz de combater essencialmente a escassez de alimentos sentida no momento, mas também contribuindo para a segurança económica da população (Sousa & Sales, 2013). No final do século XIX, surge a primeira legislação no âmbito das Hortas Urbanas em Inglaterra - Small Holdings and Allotments Act⁶ - onde seria exigido às autoridades locais a atribuição de terrenos para a implementação de hortas às famílias com dificuldades económicas (Babo, 2014).

Ao longo da Primeira Guerra Mundial, os governos americano e britânico juntaram-se e criaram uma iniciativa intitulada “Grow Your Own” cujo principal objetivo era incentivar a sociedade a produzir os seus próprios alimentos. Com este projeto, o número hortas urbanas triplicou passando a existir mais de

⁶ Mais informação acerca deste documento: (Act, 1908).

1 milhão destes espaços agrícolas em Inglaterra (Edwards, 2012). Nesta altura, as hortas eram maioritariamente implementadas pelas mulheres uma vez que os homens encontravam-se em missão na guerra.

Na Europa, particularmente em França, os espaços de cultivo apareceram no século XIX onde surgiram as hortas dos trabalhadores - “*Jardins ouvriers*”- desenvolvidos por entidades filantrópicas e por entidades empregadoras (Figura 5). Cada trabalhador dispunha de um jardim destinado ao cultivo de alimento para consumo próprio (EUGO, 2012).

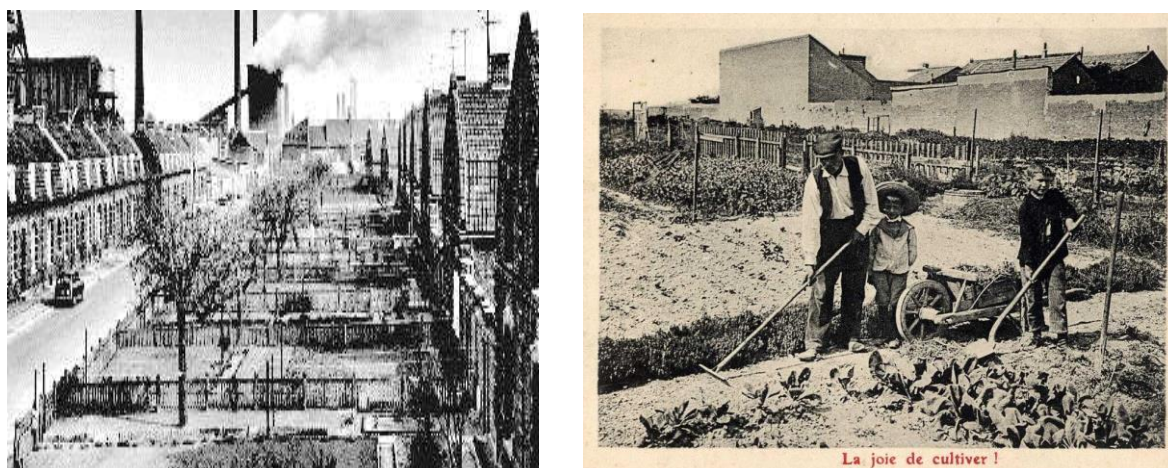


Figura 5 - Exemplos de jardins dos trabalhadores, “*Jardins ouvriers*”, em França

Fonte: a) <http://lycees.ac-rouen.fr/bruyeres/jardin/jard-ouv.html>

b) <http://archives.marne.fr/?id=63>

No século XX, surge a dimensão social relacionada com o desenvolvimento de áreas de cultivo urbano que, para além de promoverem a autossuficiência alimentar, permitiam a sua ocupação com práticas sustentáveis distantes dos locais de trabalho. Segundo este objetivo foi criada em França em 1986, a “*Ligue du coin de terre et du Foyer*” (EUGO, 2012).

Em Viena, o conceito “cidade-jardim” surge através dos arquitetos Adolf Loos (1870-1933) e Leberecht Migge (1881-1935) que desenvolveram um projeto com o intuito de responder ao problema de desalojamento sentido após o período da guerra. Neste projeto, todas as habitações teriam um jardim limitado dedicado para o cultivo de alimentos (Teixeira, 2016). Estes jardins combinavam a produção de alimentos hortícolas com o prazer de usufruir de um jardim (Universidade de Évora, 2007). Na figura 6 apresentam-se exemplos deste conceito.

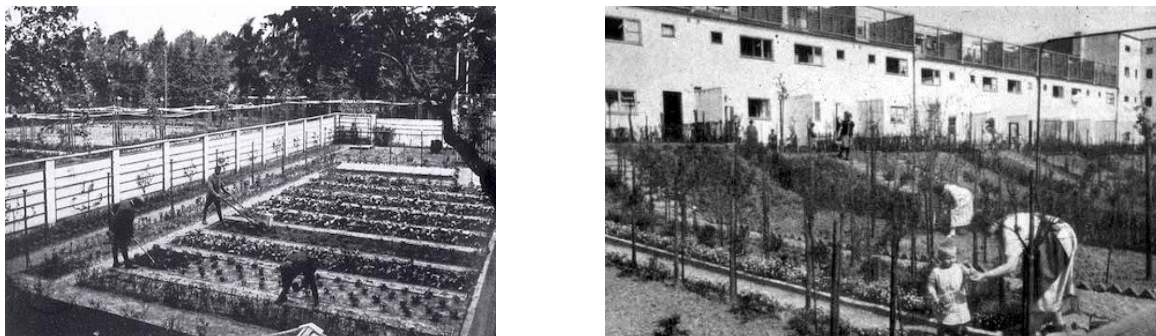


Figura 6 – Exemplos do conceito cidade-jardim desenvolvido pelos arquitetos Adolf Loos e Leberecht Migge, em Viena.

Fonte: (Universidade de Évora, 2007)

O Ministério da Agricultura britânico lançou, em 1939, a campanha “Dig for Victory” como forma de reagir à carência de alimentos sentida durante a Segunda Guerra Mundial (Figura 7). No entanto, após o fim da crise alimentar, foi notório um declínio na produção de alimentos nas hortas, consequência do aumento do bem-estar e diminuição do desemprego (Araújo, 2016).



Figura 7 – Cartazes alusivos à campanha “Dig for Victory”

Fonte: <http://www.boltonswar.org.uk/>.

O século XX marca uma nova fase relativamente à produção de alimentos em ambiente urbano, caracterizada pelo desenvolvimento de novas técnicas de produção e pela crescente preocupação

ambiental. Neste período, o autor John Seymour (1914-2004), conhecido por pertencer ao movimento de autossuficiência, publica o livro denominado “Self-Sufficient Gardener” em 1978 onde esclarece o modo de cultivo mais adequado a cada tipo de alimento (Teixeira, 2016).

Na Europa, no período pós-guerra caracterizado pela pressão urbanística, a terra apenas era utilizada para a construção de habitações e desta forma foi evidente o desaparecimento de muitos espaços de cultivo.

No período pós-guerra na Europa, existiu uma enorme pressão urbanística, o que levou ao desaparecimento de muitos espaços de cultivo, mas alguns permaneceram e os movimentos e associações para a sua proteção e disseminação começaram a surgir como a “Fédération Nationale des Jardins Familiaux” em França (EUGO, 2012). Outros países europeus iniciaram projetos de inserção de espaços dedicados a hortas nas suas malhas urbanas, destacando-se a Dinamarca, com o surgimento dos Naerum allotments em 1948, da autoria do arquiteto paisagista Theodore Sorenson. No entanto, a agricultura pós-guerra erradica as práticas pré-industriais (agricultura de subsistência) e massifica a produção, transformando a qualidade da paisagem rural e peri-urbana a uma escala sem precedentes (Marques, 2013).

Em Portugal, as hortas urbanas surgem um pouco mais tarde comparativamente ao sucedido na maioria dos países europeus. Os primeiros espaços de cultivo em zonas urbanas surgiram entre os anos de 1960 e 1970 cuja função era exclusivamente a produção de alimentos (Babo, 2014).

Atualmente, a procura destes espaços de cultivo no interior das cidades tem vindo a aumentar. No entanto, contrariamente ao que acontecia no passado onde as hortas urbanas eram associadas a épocas de crise ou guerra servindo apenas para a produção alimentar, hoje em dia estes espaços assumem diferentes usos associados à qualidade de vida, lazer e ao contacto com a natureza (Babo, 2014).

1.3. Benefícios

No que se refere aos vários benefícios provenientes desta prática agrícola, eles podem ser subdivididos de acordo com a sua finalidade:

- Sociais: autoabastecimento; meio de recreio e lazer favorecendo não só o contacto social de vários grupos distintos como ajudando na melhoria da qualidade de vida dos praticantes na medida em que promove o exercício físico e a ingestão de produtos com melhor qualidade;

- Ambientais: hortas urbanas podem ocupar zonas abandonadas ou degradadas evitando a acumulação de resíduos e crescimento de plantas infestantes (Fernandes, 2014); proporcionam o aumento da biodiversidade; permitem a redução de consumos energéticos; possibilitam a reciclagem de resíduos; proteção do solo, na medida em que diminui a sua erosão através da infiltração; melhoria do ambiente natural das cidades;
- Económicos: estimulam as economias locais, na medida em que os produtores consomem os seus próprios produtos ou vendem-nos obtendo lucro financeiro.

Na tabela 1, são apresentados os serviços gerados pelo ecossistema das hortas urbanas com o intuito de melhorar a qualidade de vida da cidade e na sociedade envolvente.

Tabela 1 – Serviços gerados pelos ecossistemas das hortas urbanas (Adaptado de (Abreu, 2012))

<i>Serviços prestados pelos ecossistemas</i>		<i>Contributo das hortas urbanas</i>
<i>Serviço</i>	<i>Função</i>	
Regulação do clima	Sequestro de carbono Controlo de temperaturas extremas	<p>Esta prática agrícola contribui para o sequestro de carbono através do processo de fotossíntese realizado pelas plantas e através da mineralização da matéria orgânica, que permite o armazenamento de carbono no solo.</p> <p>As hortas urbanas favorecem o controlo de temperaturas extremas uma vez que contribuem para a retenção de água e absorção de calor. Isto acontece porque as plantas de forma a regularem a sua temperatura absorvem calor e libertam água.</p>
Infiltração das águas da chuva	Mitigação de cheias	A vegetação e a matéria orgânica presente nas áreas verdes permitem a infiltração da água no solo.
Formação do solo e controlo da erosão	Formação, proteção e retenção do solo	<p>As práticas utilizadas nas hortas urbanas têm em mente o enriquecimento do solo contribuindo para a sua conservação e regeneração.</p> <p>A fertilização orgânica aplicada conduz à formação de solo, aumento da matéria orgânica e de húmus no solo o que permite o desenvolvimento da vegetação. Por sua vez, a vegetação contribui para o controlo da erosão do solo já que esta funciona como uma proteção a agente erosivos como chuva, sol e vento.</p>
Ciclo dos nutrientes	Armazenamento e aquisição de nutrientes	As hortas urbanas permitem o funcionamento dos ciclos elementares de nutrientes como por exemplo, do azoto (N).
Tratamento de resíduos orgânicos	Compostagem de resíduos orgânicos	Na agricultura biológica, para o enriquecimento do solo procede-se à adição de composto orgânico. Este composto é formado através da degradação de matéria orgânica, como restos de alimentos, ervas daninhas, cascas, entre outros, e assim permite a reciclagem destes resíduos.
Controlo biológico	Equilíbrio trófico entre as populações	Esta prática agrícola respeita a diversidade de espécies autóctones permitindo o equilíbrio da natureza. Desta forma, a presença de pragas pode ser evitada.

Produção alimentar	Produção de alimentos	de	As hortas urbanas proporcionam a produção de frutos e legumes com melhor qualidade e de baixo custo permitindo combater a pobreza.
Biodiversidade	Equilíbrio ecológico		As áreas verdes constituem locais de elevada diversidade. As hortas urbanas contribuem de forma positiva para a biodiversidade e para o equilíbrio ecológico das cidades.
Fontes genéticas	Fontes materiais biológicos	de	A agricultura biológica aposta na diversidade de culturas de modo a obter um equilíbrio ecológico já que dá preferência a espécies ancestrais características da região e tem por base a policultura.
Paisagem	Valorização paisagística		As hortas urbanas contribuem para a valorização das cidades e do território, nomeadamente em termos paisagísticos na medida em que possibilita a exposição de uma diversidade de espécies e cores.
Coesão social	Promove relações entre as pessoas		Para além de uma fonte de alimento, as hortas urbanas constituem um espaço de lazer que permite o convívio entre as pessoas que partilham estes locais.
Recreação, cultura, educação	Atividade recreativa e educacional	e	As hortas biológicas representam beleza e permitem o contacto e estudo da natureza, o que pode contribuir para uma maior consciencialização ambiental.
Bem-estar social e equilíbrio emocional	Contribui para a descontração e estimula o sentimento de bem-estar emocional	de	As hortas urbanas contribuem para uma maior satisfação e vitalidade devido ao contacto e apreciação da natureza, acompanhamento do desenvolvimento dos alimentos cultivados e satisfação em ver os seus produtos a crescerem. Por tudo isto, estes espaços permitem a melhoria da qualidade de vida e em alguns casos pode ser utilizada como terapia antidepressiva.

1.4. Diferentes tipologias de hortas

O desenvolvimento de hortas urbanas foi sempre acompanhado de várias crises económicas e sociais e por isso a sua implementação toma diversas formas e funções (Costa, 2015). Dependendo da sua finalidade e das necessidades da população onde é inserida, as hortas podem apresentar várias tipologias.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), as hortas urbanas são distinguidas em 3 tipos:

1. Hortas privadas, que são encontradas em quintais ou varandas de habitações privadas;
2. Hortas institucionais, cuja propriedade e gestão do terreno são realizados por instituições públicas como escolas, hospitais e prisões;
3. Hortas municipais, que são terrenos de propriedade pública como por exemplo os terrenos baldios.

Para além das terminologias apresentadas, as hortas urbanas podem ser conhecidas como:

- i. Hortas comunitárias, caracterizam-se por espaços de cultivo de produtos frescos partilhados por um grupo de pessoas. Estas áreas promovem a coesão social e beneficiam ainda o contacto com a natureza (Parkatlantic, 2014 citado em (Moreira, 2015)).
- ii. Hortas sociais, são destinadas a famílias carenciadas e a sua produção destina-se tanto ao consumo próprio como à obtenção de rendimento através da venda dos produtos (Parkatlantic, 2014 citado em (Moreira, 2015)).
- iii. Hortas pedagógicas, direcionadas para a educação ambiental, são espaços geralmente promovidos por associações, escolas e entidades locais, onde grupos escolares e outros são convidados e onde o objetivo pedagógico está presente através do respeito pelo ambiente, valorização de resíduos, observação do ciclo e sazonalidade das culturas e procuram também promover a alimentação saudável, sendo muitas vezes inseridas em espaços naturais (Miguens et al., 2011).
- iv. Hortas coletivas ou de recreio, são promovidas por associações culturais e podem ser combinadas com outras atividades (Ramos, 2011).
- v. Hortas dispersas, são zonas onde a prática agrícola é realizada num período de tempo uma vez que a ocupação destas áreas é temporária (Ramos, 2011).

Em Portugal, as hortas urbanas comunitárias apresentam um forte interesse relativamente às suas restantes tipologias. Assim, é conhecido o desenvolvimento de vários projetos por parte de vários municípios com o objetivo de disponibilizar talhões a um custo simbólico ou até mesmo gratuito, de forma a que os munícipes possam ter a oportunidade de usufruírem de um espaço verde urbano para a produção de alimentos, segundo um modo de produção biológico (Teixeira, 2016).

1.5. Qualidade ambiental, segurança alimentar e saúde pública

As hortas urbanas constituem uma prática agrícola em crescimento a nível global e que para além do cultivo de alimentos em meio urbano, contribui para a melhoria do bem-estar das comunidades e para a redução de problemas socioeconómicos e ambientais ((Bown and Jameton, 2000; Waliczek et al., 2005; Wakefield et al., 2007; Leake et al., 2009) citado em (Costa, 2015)).

A nível ambiental, as hortas urbanas desempenham um papel importante na medida em que permitem a melhoria da qualidade do ambiente urbano já que constituem espaços de vegetação e solo permeável (Teixeira, 2016). Além disso, estes espaços agrícolas contribuem para o aumento da consciencialização e valorização da natureza por parte da sociedade (Costa, 2015).

Relativamente à segurança alimentar das espécies hortícolas produzidas em ambiente urbano, tem vindo a ser objeto de alerta em consequência da proximidade destes espaços a locais potencialmente contaminados decorrente de atividades presentes e passadas e, por isso, é notória a exigência acrescida por parte da sociedade moderna para garantir a qualidade dos alimentos.

Por tudo isto e tendo em consideração o crescimento registado das hortas urbanas, é importante garantir a qualidade ambiental, a segurança alimentar e a saúde pública. Para o efeito, torna-se fundamental avaliar a potencial contaminação do solo em meio urbano antes da implementação de hortas urbanas e avaliar a segurança dos alimentos produzidos, reduzindo, deste modo, riscos de saúde pública.

O solo é um componente fundamental dos ecossistemas e representa um património ameaçado e dificilmente renovável (Chaussod, 1996). É um sistema dinâmico que se forma e evolui até atingir o equilíbrio podendo ser degradado ao longo do tempo. Sendo que este componente se encontra em contacto com a atmosfera, com a litosfera, com a hidrosfera e com a biosfera, é um recurso que assume extrema importância (Schwartz et al., 2013). As suas principais funções são (FAO, 2015):

- i. Regulação do clima: O solo absorve e armazena o carbono, contribuindo para a proteção contra as alterações climáticas;
- ii. Ciclo de nutrientes;
- iii. Produção de alimentos, fibras e combustíveis;
- iv. Suporte de crescimento das plantas na medida em que serve como o ambiente para o crescimento das raízes e fornece água e nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento;
- v. Reciclagem de resíduos e tecidos mortos de seres vivos. Os elementos desses materiais ficam novamente disponíveis no solo;

- vi. Suporte de vida de organismos;
- vii. Regulação de enchentes, através do controlo da infiltração da água ((Gobat, Aragno e Matthey, 2010; Vannier, 1979; Varennes, 2003) citado em (Costa, 2015);
- viii. Sequestro de carbono;
- ix. Purificação da água e degradação de contaminantes;
- x. Fonte de recursos genéticos e farmacêuticos;
- xi. Base de infraestrutura humana;
- xii. Fornecimento de materiais de construção;
- xiii. Herança cultural.

A análise dos solos, neste caso especificamente dos solos urbanos, torna-se assim indispensável para indicar não só a sua qualidade como também a segurança alimentar dos produtos hortícolas, que ao serem consumidos pelo Homem podem pôr a sua saúde em risco, caso absorvam os metais biodisponíveis no solo (Costa, 2015). De acordo com (Doran et al., 1994), a qualidade do solo é definida como a sua capacidade de suportar o desenvolvimento de espécies biológicas, mantendo a qualidade ambiental, segurança alimentar e a saúde pública. No entanto, o solo pode apresentar problemas de contaminação e poluição. A contaminação ocorre quando é identificada a presença de substâncias que normalmente não estariam presentes no meio, ou estariam em concentrações inferiores. Já a poluição ocorre quando a presença destas substâncias pode afetar os organismos presente no meio em questão.

Segundo a Agência Europeia do Ambiente (AEA), as principais fontes de contaminação do solo na Europa são: a eliminação de resíduos e o seu tratamento, quando mal efetuado; as atividades industriais e comerciais; fontes militares; operações nucleares; entre outras.

A contaminação dos solos é um problema bastante presente em muitas cidades mundiais destacando como principais contaminantes os metais pesados (Kapungwe, 2013), os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) (Tang, Tang, Zhu, Zheng, & Miao, 2005) e os bifenilos policlorados (PCBs) (Wilcke, Lilienfein, Lima, & Zech, 1999). Estes poluentes podem estar presentes tanto nos solos como nas espécies vegetais das hortas urbanas.

Apesar dos poluentes emitidos através destas emissões serem muito variados, os metais pesados apresentam uma maior preocupação, uma vez que para além de serem extremamente tóxicos e não biodegradáveis, em concentrações elevadas podem afetar negativamente a saúde pública na medida em que podem acumular-se na parte comestível das culturas que posteriormente serão consumidas pelo Homem (Pinto & Ramos, 2008).

Relativamente às fontes antropogénicas de metais pesados destacam-se (Wei & Yang, 2010):

- i. Emissões provenientes do tráfego automóvel, nomeadamente partículas provenientes do escape dos veículos, do desgaste dos pneus ou ainda do desgaste de travões. Trata-se de uma fonte de poluição significativa em consequência do elevado número de veículos motorizados em circulação nas cidades. No entanto, a poluição nas zonas envolventes não depende exclusivamente do tráfego automóvel na via como também de fatores como a idade e topografia da estrada, a direção do vento ou até o regime de precipitação sentido no local (Leitão et al., 2018). Os principais poluentes associados a esta fonte são o cádmio, o chumbo e o zinco (Pinto & Ramos, 2008);
- ii. Poluição atmosférica, especificamente deposição atmosférica. É vista com bastante interesse e preocupação visto que as partículas podem ser transportadas para zonas longínquas da sua fonte emissora. Os metais pesados podem ser depositados na superfície do solo ou na vegetação. No primeiro caso, a deposição aumenta gradualmente a concentração destes elementos no solo. Por outro lado, quando os metais são depositados na vegetação permanecem nas folhas e posteriormente são absorvidos pela planta ou transportados para o solo através da precipitação (Costa, 2015);
- iii. Agricultura, que pode fornecer metais pesados ao solo através de várias fontes. Uma delas são os adubos fosfatados, constituídos essencialmente por cádmio. Para além disso, os tratamentos fitossanitários conseguidos pelo uso de agroquímicos podem contaminar o solo com mercúrio, arsénio e chumbo. As lamas provenientes de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) são aplicadas no solo com a função de fertilizante uma vez que apresentam teores favoráveis de azoto, fósforo e matéria orgânica. No entanto, podem apresentar também concentrações significativas de arsénio, cádmio, crómio, mercúrio e zinco. Por fim, a aplicação de estrumes também poderá contribuir para a contaminação de solos agrícolas por metais pesados. No entanto, depende do tipo de animal, da sua idade, da ração fornecida, entre outros (H. Costa, 2015);
- iv. Emissões provenientes da indústria (centrais elétricas, combustão de carvão, indústria metalúrgica, indústria de produtos químicos);

v. Emissões domésticas.

Na figura 8, é possível observar uma ilustração dos fluxos dos metais pesados no ambiente

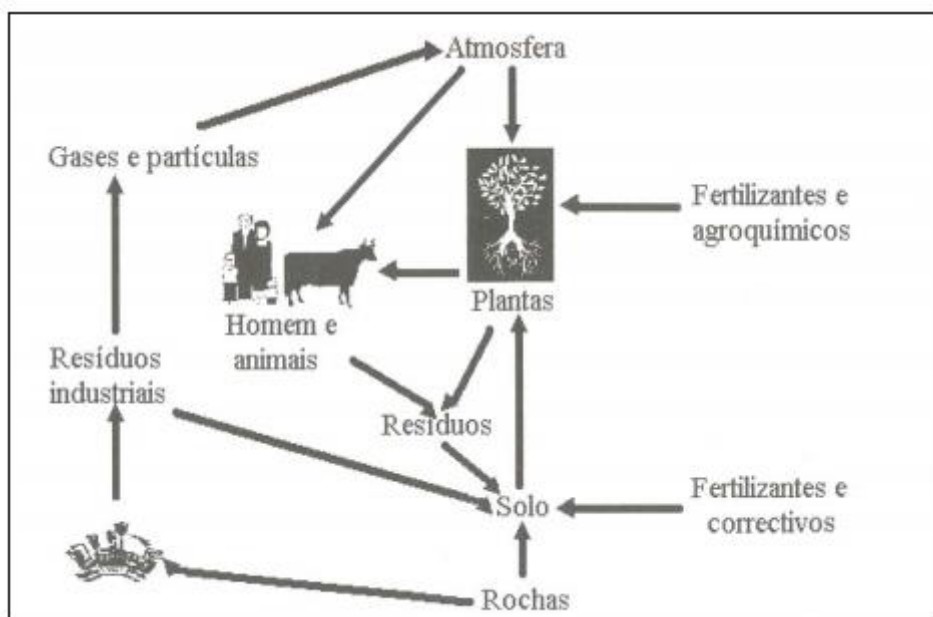


Figura 8 – Ciclo biogeoquímico dos metais pesados (Varennnes, 2003)

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) são compostos químicos constituídos unicamente por átomos de carbono e hidrogénio (Jacques et al., 2007). Existem 16 PAHs considerados substâncias prioritárias pela USEPA, sendo considerados carcinogénicos e mutagénicos. Estes compostos podem ser absorvidos no organismo humano por inalação, exposição oral e dermal ((NETTO et al., 2000) citado em (Jacques et al., 2007)). Devido à sua complexidade os PAHs quando atingem o solo permanecem no ambiente por longos períodos. Os PAHs podem ser formados naturalmente pela combustão incompleta de composto orgânicos como a madeira e a matéria orgânica (Jacques et al., 2007). No entanto, a contaminação dos solos agrícolas decorrente destes compostos surge essencialmente pela atividade antropogénica em consequência: da sua produção industrial, da produção de carvão vegetal, da extração de carvão mineral e derivado a todos os processos associados à utilização de petróleo (Bamforth & Singleton, 2005).

A biorremediação surge como a estratégia para a eliminação dos PAHs consistindo na utilização da atividade biológica para transformar os contaminantes em substâncias inertes, ou seja, que não reajam com outras substâncias. Contudo, a eficácia deste método pode ser limitado pela incapacidade dos microrganismos autóctones em metabolizar estes compostos, devido principalmente à falta de nutrientes sentida no ambiente onde os microrganismos estão inseridos ou à baixa biodisponibilidade destes compostos aos microrganismos (Johnson, Anderson, & McGrath, 2005).

Os bifenilos policlorados, vulgarmente conhecidos como PCBs, são compostos organoclorados sintéticos aplicados em solos agrícolas por meio de agrotóxicos (produtos químicos utilizados na agricultura com o objetivo de combater seres vivos considerados nocivos para a produção vegetal). Os PCBs não existem na natureza, sendo portanto compostos sintetizados ((Ahmed, F. E.; Environ. Contam. Food 1999, 13, 500) citado em (Policarpo, 2008)). Podem existir sob a forma líquida (óleos) ou sólida (resinas) (Policarpo, 2008). Como se tratam de substâncias altamente resistentes à degradação, quando estes atingem o ambiente tendem a acumular-se no organismo e biomagnificar-se ao longo da cadeia alimentar, ou seja, vai-se acumulando progressivamente ao longo da cadeia alimentar. Estes compostos são capazes de afetar negativamente vários sistemas do corpo humano nomeadamente o sistema imunológico, o sistema reprodutor e o sistema nervoso (Cruvinel, Oliveira, Kopp, & Ferreira, 2013), cuja exposição pode ocorrer através do ar (transporte atmosférico), da ingestão de água ou através dos alimentos produzidos no solo contaminado. Para além dos danos à saúde humana e animal, diversos estudos têm demonstrado o impacto negativo destes compostos para o meio ambiente (Thiago et al., 2012). Dada a sua afinidade pela matéria orgânica, estes compostos são facilmente absorvidos pelo solo podendo assim comprometer o ecossistema terrestre (Thiago et al., 2012). Por todas as implicações causadas pelo uso dos PCBs, em vários países a sua utilização e produção é restrita ou proibida.

A instalação de espaços hortícolas em meios urbanos pode estar assim exposta a diversas fontes de poluição. Assim, a análise dos solos, neste caso especificamente dos solos urbanos, torna-se assim indispensável para indicar não só a sua qualidade, como também a segurança alimentar dos produtos hortícolas, que ao serem consumidos pela Homem podem pôr a sua saúde em risco (Costa, 2015).

1.6. Objetivos gerais e específicos

A presente dissertação de Mestrado surge com o tema *“Hortas Urbanas - Qualidade ambiental, segurança alimentar e saúde pública”* e teve como objetivo principal a elaboração de um manual de procedimentos para instalação e monitorização das condições ambientais das hortas urbanas com vista a reduzir potenciais riscos associados à contaminação dos solos e dos produtos hortícolas.

Assume-se como objetivo específico a análise da sensibilidade de diversos parâmetros como indicadores de qualidade do solo.

1.7. Metodologia adotada

A metodologia adotada foi desenvolvida em três fases que seguem uma lógica sequencial. A primeira fase foi baseada na obtenção e levantamento de informação. Nesta fase foi feita uma revisão bibliográfica, onde se aprofundou o conhecimento acerca do conceito de Hortas Urbanas bem como a sua evolução e compreensão sobre o modo como têm sido implementadas ao longo do tempo, analisando os aspetos importantes a considerar antes da sua instalação.

Numa segunda fase foram descritas as abordagens laboratoriais efetuadas, definindo os principais parâmetros físicos e químicos a serem medidos de acordo com o objetivo do presente trabalho. Ainda nesta fase, foi analisada a adequabilidade destes mesmos parâmetros de qualidade ambiental e segurança alimentar, dando ênfase ao solo.

Por último, decorrente de todo o conhecimento adquirido anteriormente, procedeu-se à elaboração de um manual de procedimentos a seguir para a implementação de Hortas Urbanas, tendo em consideração por exemplo o seu contexto urbano, a sua localização e a sua função.

Na figura seguinte, é possível observar um esquema sintetizado da metodologia adotada.

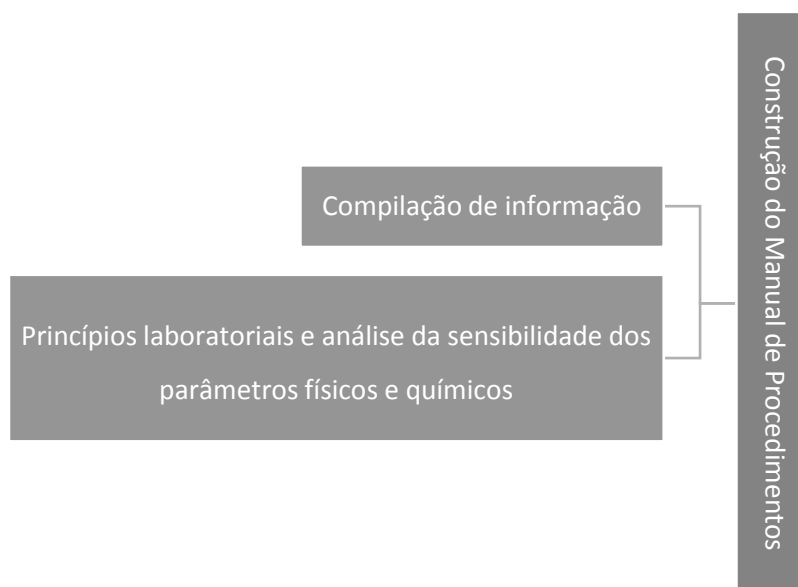


Figura 9 – Sequência sintetizada da metodologia adotada

Capítulo 2 – Abordagem e procedimentos

2.1. Compilação de informação

Numa primeira fase foi efetuada uma pesquisa de literatura feita através das bases *Web of Science*, *Google Scholar*, *Scopus* e *ScienceDirect* por cruzamento das palavras em inglês *Sustainable Development*, *Urban agriculture*, *Urban Allotment Gardens*, *Urban Allotment Gardens and contaminants*, *Urban Allotment Gardens and human health* e *Urban Allotment Gardens and environment*.

Os resultados obtidos para cada conjugação de palavras-chave encontram-se na tabela seguinte.

Tabela 2 – Resultados obtidos da conjugação de palavras-chave

<i>Palavras-chave</i>	<i>Base de literatura</i>			
	<i>Web of Science</i>	<i>Google Scholar</i>	<i>Scopus</i>	<i>ScienceDirect</i>
Desenvolvimento sustentável	97 314	3 270 000	221 453	877 299
Agricultura urbana	7 378	3 500 000	14 146	141 180
Hortas urbanas	3 977	690 000	5 020	31 036
Hortas urbanas e contaminantes	76	32 100	74	3 016
Hortas urbanas e saúde humana	219	378	343	13 270
Hortas urbanas e ambiente	1 071	486 000	1 223	23 536

Posteriormente, em consequência da elevada quantidade e variabilidade dos artigos encontrados em cada uma das bases literárias, realizou-se uma seleção dos artigos mais importantes. Esta seleção foi elaborada tendo em consideração de que forma os artigos atendiam ou não aos critérios da pesquisa. Inicialmente, é essencial identificar as necessidades de informação para posteriormente proceder à sua pesquisa de forma lógica através dos recursos, previamente selecionados, adequados aos objetivos do documento a elaborar. Em seguida, realiza-se uma avaliação à informação obtida na pesquisa a partir de um conjunto de questões: i) atualidade da informação; ii) importância da informação em função da necessidade, como por exemplo, se responde às questões do trabalho, se a informação é completa e

precisa ou ainda se o autor fornece indicações das citações e referências bibliográficas; iii) conhecimento do autor e das suas qualificações; iv) confiabilidade, veracidade e exatidão da informação nomeadamente se a linguagem utilizada é objetiva e imparcial; v) objetivo da informação.

2.2. Procedimentos laboratoriais

A avaliação da qualidade do solo é fundamental para a determinação da sustentabilidade dos sistemas de manuseamento do solo utilizados nas práticas agrícolas. Assim, a determinação de indicadores de qualidade do solo é necessária para identificar áreas com problemas na produção e posteriormente formular e avaliar políticas agrícolas de uso do solo.

No presente documento, os parâmetros de qualidade de solo analisados foram os parâmetros físico-químicos. Do ponto de vista da atividade agrícola, os indicadores físicos são importantes na medida em que estabelecem funções essenciais como o fornecimento e armazenamento de água, de nutrientes e oxigénio no solo (Aguiar et al., 2006). São incluídos nos parâmetros físicos a textura, a densidade aparente e a capacidade de retenção hídrica. Relativamente aos indicadores químicos, destacam-se o pH, a condutividade, os nutrientes disponíveis no solo e a análise de contaminantes.

2.2.1. Textura

A textura do solo, também conhecida como composição granulométrica, é definida pela proporção relativa das classes de tamanho de partículas presentes no solo, importante para compreender o seu comportamento e manuseamento. É uma das características mais importantes do solo pela sua importância no regime hídrico, térmico e mecânico e no comportamento dos nutrientes no solo (Alexandre, Silva, & Ferreira, 2001). Para além disso, é considerada uma propriedade básica do solo devido à sua estabilidade cuja mudança apenas é verificada quando a erosão é o processo de degradação predominante (Kitamura, 2004).

O total de partículas de um solo é igual à soma da proporção de areia, limo e argila. Em consequência do elevado número de arranjos na combinação das proporções de classes de partículas, desenvolveu-se um sistema de classificação gráfico onde são sobrepostos três triângulos que representam a quantidade de areia, silte e argila (Figura 10). Para a prática agrícola devem ser usados, preferencialmente, os solos arenoargilosos, evitando-se os excessivamente argilosos ou arenosos (SENAR, 2012).

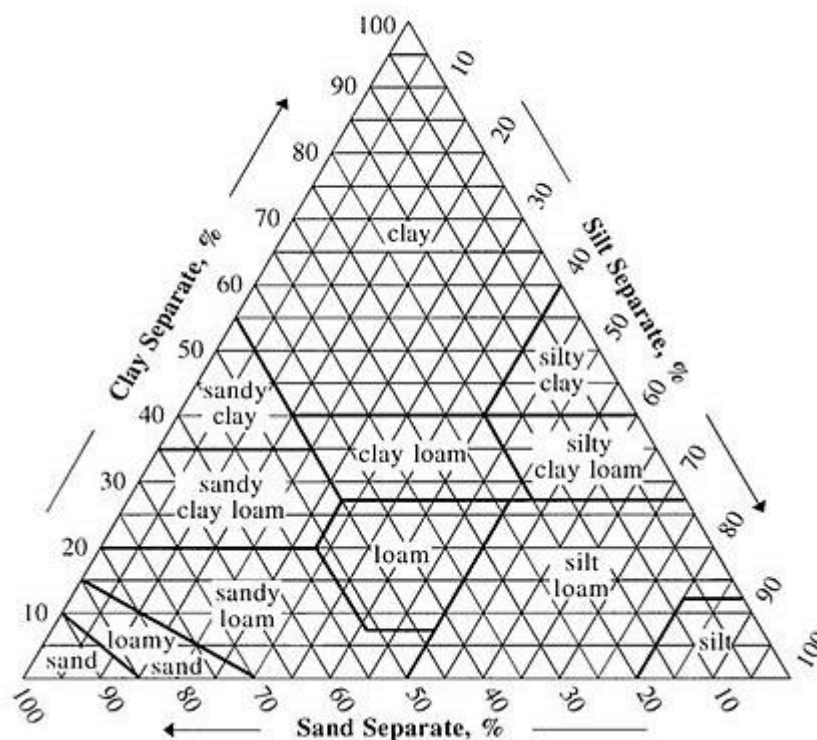


Figura 10 – Triângulo de texturas do solo e classes texturais definidas em função da percentagem de areia, limo e argila.

Fonte: (Lajas, 2016)

A avaliação da textura pode ser feita diretamente no campo ou no laboratório. No campo, é feita através do tato ao manusear uma amostra de solo. No laboratório, a amostra de solo é dispersa numa suspensão e, por peneiramento e sedimentação, é determinada a proporção de areia, argila e por diferença a de silte.

O método vulgarmente utilizado para a análise granulométrica é o método da pipeta. Este método é baseado na velocidade de queda das partículas presentes no solo. Inicialmente, é adicionado peróxido de hidrogénio e água destilada ao solo e coloca-se a solução a repousar. Após a adição de um dispersante químico a solução foi colocado em repouso observando-se um deslocamento gradual vertical (sedimentação). Para a determinação da argila, um volume de suspensão é pipetado. As frações mais grossas, separadas por peneiração, são secas na estufa e procede-se à sua determinação percentual. O silte é obtido por diferença das frações anteriores relativamente à amostra inicial (Embrapa, 1997).

2.2.2. Densidade Aparente

A densidade aparente é a relação entre a massa de uma amostra de solo seca e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros. Relacionada com a compactação do solo, esta propriedade fornece informações acerca da erosão do mesmo e portanto, quanto maior for a densidade aparente menor será a quantidade de água infiltrada nos solo aumentando desta forma o escoamento superficial (Guerra & Botelho, 1996). A prática agrícola normalmente provoca um aumento na densidade aparente (aumento da compactação do solo) contribuindo assim para a redução do teor de matéria orgânica presente no solo ((Morgan, 1984; Daniels e Hammer, 1992; Guerra e Almeida, 1993; Guerra, 1995a; Prado, 1995) em (Guerra & Botelho, 1996)).

A determinação da massa volúmica aparente pode ser realizada segundo duas formas distintas, dependendo de as amostras serem perturbadas ou não. O mais adequado é através da utilização de amostras não perturbadas, que pretendem representar o estado natural do solo (INIAV, 2016a). Os métodos utilizados para este tipo de amostras são baseados na norma internacional ISO 11272:2017, existindo o método principal, o método de escavação e o método de torrão.

Relativamente ao método principal utilizado em amostras não perturbadas, é aplicado em solos pedregosos e o volume da amostra de solo é previamente conhecido. Neste método, as amostras são colhidas através de uma ferramenta de amostragem de metal. A amostra é seca e pesada, e a densidade aparente é calculada. O método de escavação é utilizado em solos de granulação fina e o volume da amostra de solo não é conhecido, contrariamente ao método anterior. O método consiste em perfurar o solo e colhendo cuidadosamente a amostra de solo. A massa de solo é obtida após a sua secagem e pesagem. O volume da amostra é obtido determinando o volume do buraco escavado. Por último, no método de torrão, o volume da amostra também não é conhecido. Neste método, o torrão é impermeabilizado de forma a permitir a sua imersão num líquido, com um vaso de água, para determinar o seu volume. O volume de água deslocada corresponde ao volume da amostra.

2.2.3. Capacidade de retenção hídrica

O teor de água correspondente à capacidade de campo pode ser determinado no campo ou no laboratório. No campo, o solo é humedecido até à saturação e a superfície coberta com um revestimento impermeável de forma a evitar perdas por evaporação. Posteriormente, as amostras são colhidas para proceder à determinação do teor de água no solo, atingindo no momento em que a drenagem termina (INIAV, 2016b).

No laboratório, o tipo de método utilizado dependerá do tipo de solo. Em solos de textura grosseira, o método mais apropriado é o das caixas de areia ou de sucção onde após a saturação as amostras são colocadas em caixas de areia e sujeitas a uma pressão entre os -0.6 e -10 kPa até ser atingido o equilíbrio entre a força exercida e o teor de água na amostra. No caso de solos de textura média e fina, o método mais usado é o das placas de pressão onde as amostras depois de saturadas são colocadas de uma placa de pressão e sujeitas a uma pressão equivalente de -10 e -33 kPa, até que o equilíbrio seja também atingido entre o teor de água na amostra e a pressão exercida. De realçar que, em ambos os métodos, as amostras devem ser amostras não perturbadas ou seja, que conservem o mais possível as características naturais (INIAV, 2016b).

2.2.4. pH

O pH do solo é um dos fatores mais importantes a ser considerado no equilíbrio e estabilização do solo. Para além de influenciar a solubilidade dos nutrientes, afeta a atividade dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Valores de pH baixo implicam a diminuição da biodisponibilidade de macronutrientes essenciais para o crescimento das plantas e tornam os micronutrientes mais solúveis e tóxicos para as mesmas (Brady & Weil 2008).

Brady (1983) descreve que o pH quando em condições muito ácidas, abaixo de 4,5, pode dissolver elementos tóxicos como alumínio, ferro e manganês dificultando o crescimento de algumas plantas. Contrariamente, quando o pH se encontra mais elevado, acima de 8,0, elementos como o ferro, manganês e o zinco tornam-se menos disponível para a planta, podendo ser observadas algumas anomalias no seu desempenho (Brady (1983) em (Brandão & Lima, 2002)).

O método utilizado para a medição deste parâmetro baseia-se na norma internacional ISO 10390:2005, baseado no eléctrodo em suspensão de solo em água numa fração volumétrica de 1:5. Numa primeira fase o solo é seco ao ar e seguidamente é crivado com o auxílio de uma peneira de modo a obter frações de solo menores que 2mm. Posteriormente, é preparada uma suspensão de solo em água, numa fração volumétrica de 1:5, que vai a agitar num agitador mecânico durante cerca de 1 hora. Para finalizar o processo, procede-se à leitura do pH das amostras através do medidor de pH.

2.2.5. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é utilizada para medir a quantidade de sais presente em solução do solo. Quanto maior o valor de condutividade, maior será a quantidade de sais presente na solução. Segundo

TOMÉ Jr (1997), o aumento da concentração de sais na zona radicular reduz o potencial osmótico e consequentemente para absorver a água do solo a planta necessita de mais energia. Assim sendo, a planta pode ter o seu desenvolvimento e produtividade comprometidos pelo stress hídrico ((Tomé Jr (1997)) em (Brandão & Lima, 2002)). Os efeitos da salinidade sobre os vegetais são a seca fisiológica; o desequilíbrio nutricional em consequência da inibição de determinados nutrientes devido ao aumento na concentração de outros; efeito tóxico derivado da concentração elevada de alguns iões como o boro, o cloro e o sódio ((Ferreira, 2007) citado em (Silva, Martinez, Pires, Andrade, & Silva, 2012)).

A determinação da condutividade elétrica específica do solo pode ser efetuada através da norma internacional ISO 11265:1994. O método é baseado na suspensão de solos secos ao ar num volume de água cinco vezes superior ao volume de solo utilizado, de forma a dissolver os eletrólitos. O extrato é filtrado e a condutividade elétrica é medida, corrigindo o resultado obtido para uma temperatura de 20°C.

2.2.6. Nutrientes disponíveis no solo

O solo é o principal meio onde as culturas se desenvolvem e possui a capacidade de fornecer os nutrientes necessários para o seu crescimento, capacidade esta que varia de acordo com o tipo de solo e com o seu nível de fertilidade. Com o intuito de diagnosticar a fertilidade do solo é fundamental proceder à monitorização periódica de nutrientes minerais no solo de forma a avaliar se estes se encontram disponíveis nas quantidade e proporções adequadas para o desenvolvimento das culturas. Caso a quantidade de nutrientes disponíveis no solo não sejam as mais adequadas para o desenvolvimento das espécies vegetais, é fundamental a aplicação de fertilizantes para inverter a situação.

Os nutrientes podem ser agrupados em macronutrientes e micronutrientes, dependendo da quantidade específica do elemento requerida pelas plantas. Isto não significa que um nutriente seja mais importante do que outro, apenas que são necessários para a planta em concentrações distintas. Para além disso, os macronutrientes podem ser distinguidos como primários ou secundários. Relativamente aos primários, são absorvidos pelas plantas em quantidades elevadas e na generalidade é preciso aplicar no solo e/ou nas plantas sob a forma de fertilizantes. Os nutrientes secundários são absorvidos pelas plantas em quantidades igualmente elevadas e no solo existem em quantidades suficientes sendo dispensável a aplicação de fertilizantes (Instituto Politécnico de Santarém, 2017). São considerados macronutrientes primários os elementos azoto, fósforo, e potássio; macronutrientes secundários os elementos cálcio, magnésio e enxofre. Os micronutrientes são o cloro, o ferro, o boro, o manganês, o zinco, o cobre e o molibdénio.

A disponibilidade de nutrientes no solo, para além dos mencionados anteriormente, é influenciada segundo vários fatores, entre eles o material de origem, o teor de argila, o teor de matéria orgânica, o pH do solo, a espécie cultivada, a intensidade do uso do solo, reações de oxirredução (Dias, 2012).

Na tabela 4, pode observar-se os métodos mais adequados para a determinação de cada nutriente no solo.

Tabela 3 – Métodos de medição adequados para a determinação de cada tipo de nutriente no solo

<i>Nutriente</i>	<i>Método</i>
Azoto Total	Determinação por Combustão seca – Análise elementar (ISO 13878)
Fósforo Total	Método de Olsen e Sommers e determinação por EAM UV/Vis
Fósforo Extraível	<ul style="list-style-type: none"> • Terras de ar livre: <ul style="list-style-type: none"> - Método de Egner-Riehm (lactato de amónio) e determinação por ICP-OES ou EAM UV/Vis; - Método de Olsen e determinação por EAM UV/Vis; - Método Bray modificado e determinação por EAM UV/Vis; • Terras de culturas protegidas: <ul style="list-style-type: none"> -Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por ICP- OES ou EAM/UV Vis
Potássio Extraível	<ul style="list-style-type: none"> • Terras de ar livre: <ul style="list-style-type: none"> - Extração com Solução de Egner-Riehm (lactato de amónio) e determinação por ICP-OES ou EEC • Terras de culturas protegidas: <ul style="list-style-type: none"> - Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por ICP- OES ou EEC
Cálcio e Manganês Extraíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Terras de ar livre: <ul style="list-style-type: none"> -Extração com Acetato de amónio 1M a pH=7 e determinação com EAA • Terras de culturas protegidas: <ul style="list-style-type: none"> - Extração aquosa 1:5 (m/v) e determinação por ICP- OES ou EAA
Enxofre Total	Método de Fox, Olsen e Rhoades e determinação por Turbidimetria
Enxofre Extraível	<ul style="list-style-type: none"> - Método de Ensminguer e determinação por Turbidimetria - Fox, Olsen e Rhoades e determinação por Turbidimetria
Cobre, Manganês e Ferro, Zinco Totais	Extração com Mistura triácida e determinação por EAA
Cobre, Manganês e Ferro, Zinco Extraíveis	<ul style="list-style-type: none"> - Extração com EDTA e determinação por EAA - Extração com DTPA e determinação por EAA
Boro Extraível	Extração com Água fervente e determinação por ICP-OES

Fonte: (INIAV, 2016b)

No Anexo 4, pode observar-se um quadro resumo com as características de cada nutriente.

A preservação do solo e a criação de condições adequadas para nutrição mineral das culturas só é conseguida através da fertilização racional. A fertilização é realizada de forma racional quando são adicionados fertilizantes às plantas e ao solo nas épocas apropriadas e sob as formas mais adequadas. O balanço entre as necessidades e disponibilidades permite determinar os nutrientes e as respetivas quantidades necessárias a fornecer ao solo de forma a manter a nutrição das culturas (A. J. D. Santos, 2008).

A fertilização utilizada na produção agrícola deve ser feita de forma racional de modo a atingir o maior rendimento económico e para permitir a preservação da qualidade do ambiente.

A nível da atividade agrícola biológica deverão ser utilizados subprodutos da exploração agrícola, que possuam valor de fertilizantes, devidamente estabilizados, ou no período de repouso entre culturas, como estrumes, resíduos de culturas, lamas biológicas e águas residuais, de acordo com a regulamentação própria.

2.2.7. Análise de contaminantes

Em consequência do desenvolvimento tecnológico e do crescimento demográfico, tem-se verificado o crescente aumento das atividades industriais e agrícolas, fontes dos elevados níveis de contaminantes no ambiente, especialmente no solo. Uma variedade de substâncias potencialmente perigosas podem estar presentes no solo, sendo portanto fundamental determinar as suas concentrações e posteriormente proceder à comparação aos valores limite para a definição da condição de qualidade do solo.

No Regulamento (CE) nº1881/2006 foram definidos os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios (tabela 5).

Tabela 4 – Teores máximos de contaminantes presentes nos géneros alimentícios (metais pesados)

<i>Contaminante</i>	<i>Género alimentício</i>	<i>Teores máximos (mg/kg de peso fresco)</i>
Chumbo	Cereais, legumes e leguminosas	0,20
	Produtos hortícolas, com exceção de brássicas, produtos hortícolas de folha, plantas aromáticas frescas e cogumelos ⁷ . No caso das batatas, o teor máximo aplica-se a batatas descascadas.	0,10
	Brássicas, produtos hortícolas de folha e cogumelos de cultura ⁷ .	0,30
	Frutos, com exceção de bagas e frutos pequenos ⁷ .	0,10
	Bagas e frutos pequenos ⁷ .	0,20
Cádmio	Cereais, com exceção de sêmea, gérmen, trigo e arroz.	0,10
	Sêmea, gérmen, trigo e arroz	0,20
	Grãos de soja	0,20
	Produtos hortícolas e frutos, com exceção de produtos hortícolas de folha, plantas aromáticas frescas, cogumelos, produtos hortícolas de caule, pinhões, raízes e batatas ⁷ .	0,050
	Produtos hortícolas de folha, plantas aromáticas frescas, cogumelos de cultura e aipos ⁷ .	0,20
	Produtos hortícolas de caule, raízes e batatas, com exceção de aipo-rábano ⁷ . No caso das batatas, o teor máximo aplica-se a batatas descascadas.	0,10

⁷ O teor máximo aplica-se após lavagem do fruto ou do produto hortícola e separação da parte comestível.

De notar que apenas são apresentados os teores máximos para os metais pesados, chumbo e cádmio, uma vez que os restantes contaminantes referidos não apresentam estes valores para alimentos que podem ser produzidos em hortas urbanas.

2.2.8. Matéria orgânica

A matéria orgânica é considerada um dos componentes vitais na fertilidade do solo, influenciando as suas características físicas, químicas e biológicas. A sua definição refere que a matéria orgânica é todo o material produzido pelos organismos vivos que é devolvido ao solo, compreendendo desde a matriz biológica constituída por fragmentos de plantas e microrganismos, resíduos vegetais em decomposição, até a uma mistura de materiais decompostos (húmus do solo) (Weil & Brady, 2007).

As vantagens da matéria orgânica podem ser divididas de acordo com a sua influência nos parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo (DRDA, 2003):

- i. Físicas: favorece a estrutura do solo, formando agregados mais estáveis; beneficia a capacidade de retenção de água; diminui a sua erosão.
- ii. Químicas: fonte de nutrientes para as culturas, na medida em que a degradação da matéria orgânica feita pelos organismos decompositores resulta em substâncias com carga eletronegativa à qual muitos nutrientes essenciais às plantas vão sendo atraídos; aumenta a capacidade de troca iónica do solo; auxilia na estabilidade do pH.
- iii. Biológicas: fonte de alimento aos organismos do solo; aumenta a diversidade microbiana do solo importante para o controlo de pragas e doenças.

Em solos com baixos teores de matéria (inferiores a 2% de matéria orgânica), é essencial a adição periódica de um corretivo orgânico, preferencialmente com elevado grau de maturação. Assim, deve escolher-se um corretivo que tenha sofrido um processo de compostagem. A compostagem é um processo que permite a valorização da matéria orgânica. Consiste num processo aeróbio, implicando a presença de oxigénio, e que é baseado na decomposição de resíduos domésticos por ação de microrganismos. No final, o material transformado é mais estável e adequado para o uso agrícola.

Existem vários tipos de corretivos orgânicos (DRDA, 2003):

- i) Corretivos orgânicos provenientes de explorações agrícolas em boas condições fitossanitárias, como estrumes, chorumes e outros resíduos orgânicos;
- ii) Compostos de resíduos sólidos urbanos (RSU);
- iii) Lamas provenientes do tratamento de efluentes.

No entanto, o aumento do teor de matéria orgânica deve ser conseguido preferencialmente no próprio sistema de produção aumentando a quantidade de resíduos devolvidos ao solo e ao mesmo tempo, diminuindo a velocidade de decomposição conseguida pela redução da mobilização do solo.

O método utilizado para a medição do teor de matéria orgânica presente no solo é realizado pela perda de massa por ignição. Este método consiste na determinação gravimétrica do carbono (C) transformado em dióxido de carbono (CO_2), estimado pela massa volatilizada de uma amostra de solo seco submetido à ignição a alta temperatura ((Schulte & Hopkins, 1996) citado em (Escosteguy, Galliassi, & Ceretta, 2007)).

No Anexo 3, encontra-se o procedimento detalhado sobre o método referido anteriormente e ainda outro método utilizado para comparação dos resultados obtidos.

Capítulo 3 – Manual de procedimentos para implementação de Hortas Urbanas

As hortas urbanas sendo enquadradas como uma prática de desenvolvimento sustentável deve ter em consideração a qualidade de vida tanto das gerações presentes como das gerações futuras e por isso o planeamento e o uso de técnicas adequadas são procedimentos indispensáveis à sua implementação. O planeamento é uma ferramenta que permite decidir com antecedência o que fazer para a sua implementação e ainda como e quando fazê-lo. Um planeamento eficiente é aquele que possibilita a preparação para enfrentar qualquer problema no futuro. Para além disso, o conhecimento das técnicas mais adequadas permite maximizar os resultados positivos, minimizando possíveis impactos ambientais negativos. Em seguida, serão apresentadas as principais etapas a considerar na implementação de hortas urbanas.

O planeamento de uma horta urbana é iniciado pela pesquisa de mercado para definir a quantidade e o padrão de qualidade das espécies vegetais que irão atender às necessidades do consumidor. Uma vez definido o mercado e os fatores logísticos, os fatores climáticos e sanitários que propiciam as condições mínimas necessárias para o crescimento e desenvolvimento de hortaliças precisam ser considerados ao se escolher a região e o lote de terreno utilizado para o cultivo agrícola.

Os procedimentos de implementação de uma horta podem ser divididos em várias etapas (Figura 11):

1. A primeira etapa para a implementação de uma horta urbana é analisar o terreno onde será implementada a horta, determinando o perímetro total do terreno, os seus limites, as suas entradas e saídas e a vizinhança ao redor da futura horta.

A localização das hortas urbanas é relevante do ponto de vista ambiental e de saúde pública, resultantes das pressões existentes nas áreas urbanas. Desta forma locais com solos contaminados, em zonas industriais e urbanas de elevada poluição atmosférica não devem ser locais escolhidos para a implementação de hortas urbanas (Ferreira & Luz, 2017). Além disso, a escolha do local para a implementação de uma horta urbana deve ter atenção à luminosidade solar uma vez que é uma característica importante para o desenvolvimento dos vegetais já que estimula o processo da fotossíntese. A horta deve ficar localizada preferencialmente onde não existam muros altos ou outros obstáculos que possam fazer sombra para os alimentos cultivados (Embrapa, 2004). O vento é outro aspeto a considerar na escolha do local, uma vez que compromete o desenvolvimento das culturas. Além disso, o local deve

ser bem drenado de modo a que os setores não estejam suscetíveis a encharcamentos e ainda com facilidade de acesso a água de qualidade.

2. Numa segunda etapa é relevante avaliar a qualidade e a quantidade de água disponível para a irrigação e para a lavagem dos vegetais. A qualidade de água para a irrigação é um fator bastante importante no planeamento de uma horta urbana sendo crucial inclui a sua análise laboratorial através da sua avaliação química. Relativamente à quantidade de água disponível é importante que o seu volume se mantenha constante, sendo fundamental que a sua utilização seja feita de forma racional.

3. A terceira etapa passa por conhecer a topografia do terreno. Fatores como o declive e a topografia do terreno influenciam indiretamente a produtividade das culturas já que atuam nas propriedades físicas e químicas do solo (Souza, Júnior, Pereira, & Moreira, 2004). O declive do terreno influencia tanto o volume como a velocidade de escoamento de água na superfície do terreno, sendo que quanto maior for o seu declive maior será a velocidade do escoamento, menor a taxa de infiltração no solo e maior o risco de erosão.

A realização de um levantamento topográfico implica a utilização de vários métodos e equipamentos, como por exemplo o Sistema de Posicionamento Global (GPS), que são escolhidos dependendo do projeto de implementação da horta e do seu custo associado. Na prática de implementação de uma horta urbana, é fundamental que este levantamento seja realizado de forma bem estruturada.

O local escolhido para a implementação de uma horta urbanas deve ser pouco inclinado.

4. Numa quarta fase torna-se necessário a verificação da contaminação do solo. Este problema ocorre quando estão presentes no solo teores de contaminantes acima dos admissíveis, causando a sua deterioração. Para além disso, afeta a sua fertilidade limitando a quantidade e qualidade dos alimentos produzidos numa horta urbana (Vieira & Almeida, 2013). Quando presentes no solo, os contaminantes podem ser absorvidos pelas plantas existentes nesse solo ficando estas com elevados níveis de contaminantes prejudiciais à saúde pública.

No que diz respeito às fontes, e como é referido no ponto 1.5., muitas podem ser as causas que originam a contaminação do solo sendo que a maior parte das substâncias potencialmente nocivas para o solo têm origem em atividades antropogénicas. A sua contaminação é afetada pelo uso atual e passado do solo, bem como da proximidade de fontes de poluição. Os contaminantes podem ainda permanecer

na atmosfera e depositados no solo sob a forma seca ou por precipitação (Turner, 2009). As principais fontes de contaminação do solo são (Shayler, McBride, & Harrison, 2009):

- Áreas de tráfego intenso: A proximidade de uma via com elevado tráfego pode afetar negativamente a concentração de contaminantes no solo, especialmente de Chumbo (Pb) que apesar de ser cada vez menos utilizado nos combustíveis automóveis apresenta quantidades consideráveis em zonas adjacentes a estradas movimentadas. Os hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs), compostos resultantes da combustão incompleta de combustíveis fósseis, também podem apresentar valores mais elevados nestas zonas, comparativamente com outras áreas;
- Derrame de petróleo: Os derramamentos de petróleo podem resultar em elevados níveis de contaminação de benzeno, tolueno e xileno no solo. No caso de derrames recentes ou em grande escala, estes compostos, especialmente os voláteis, ficam retidos na superfície do solo sendo posteriormente absorvidos pelas plantas ou entram em contacto direto com o homem;
- Depósitos de lixo: Dependendo do material depositado tanto em aterros sanitários como em depósitos de lixo, substâncias como derivados de petróleo, solventes, pesticidas e chumbo podem estar presentes nos solos provocando a sua contaminação;
- Fertilizantes: A utilização de fertilizantes, no caso em concreto fertilizantes orgânicos, resulta em elevados níveis de metais pesados como cádmio, cobre ou zinco nos solos, que têm origem nas rações dos animais;
- Incêndios: Os incêndios, em consequências da queima de vários materiais, podem libertar várias substâncias para o solo como por exemplo PAHs, dioxinas ou outros químicos. As concentrações destes contaminantes no solo, decorrentes de um incêndio, dependem da data de ocorrência e do tipo de material queimado;
- Indústrias: Em zonas industriais, os produtos químicos podem ser uma fonte de contaminação dos solos. O nível de contaminação desses solos depende da proximidade das zonas industriais e do período de utilização dos produtos químicos utilizados;
- Pesticidas: A aplicação de pesticidas pode provocar grandes desequilíbrios a nível ambiental na medida em que para além dos organismos indesejáveis para o ecossistema, os pesticidas podem eliminar organismos benéficos como polinizadores, predadores e parasitoides. Na

sequência deste problema, o aparecimento de pragas podem tornar-se incontornável (Abreu, 2012).

Na tabela 5 encontram-se descritas as principais fontes de contaminação dos solos bem como as respectivas substâncias contaminantes.

Tabela 5 – Descrição das fontes de contaminação e respetivos contaminantes

<i>Fontes de contaminação</i>	<i>Contaminantes resultantes</i>
Áreas de tráfego intenso	Chumbo, PAHs, zinco
Derrame de petróleo	Benzeno, PAHs, tolueno, xileno
Depósitos de lixo	Derivados de petróleo, chumbo, solventes
Fertilizantes	Cádmio, Chumbo, Cobre, Zinco
Incêndios	PAHs, dioxinas
Pesticidas	Chumbo, arsénico, mercúrio
Zonas industriais	Derivados do petróleo, metais pesados

Fonte: Adaptado de (Turner, 2009)

Quando presentes no solo os contaminantes podem afetar negativamente as plantas, os animais e o Homem (EPA, 2012):

- Plantas: os contaminantes quando atingem as plantas impossibilitam o seu desenvolvimento natural ou mesmo provocar a sua morte;
- Animais: os contaminantes podem ter um impacto nocivo sobre a saúde dos seres vivos na medida em que se encontram em contato contínuo com o solo contaminado e para além disso, podem ingerir plantas contaminadas que se poderão tornar bioacumuláveis;
- Homem: ao ingerir plantas e animais contaminados afetam a sua saúde.

A presença de contaminantes no solo dependerá não só do grau de industrialização como também da intensidade do uso de químicos na agricultura. Como referido no ponto 1.5., os poluentes mais comuns que afetam a contaminação de solos são os metais pesados, hidrocarbonetos, nomeadamente os hidrocarbonetos e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), e os bifenilos policlorados (PCBs).

A contaminação por metais pesados é uma das principais causas de contaminação de solos, atingindo proporções importantes de serem estudadas. Os metais pesados são introduzidos na cadeia alimentar pelas raízes das plantas, por absorção, ou pelos animais, por ingestão, e chegam ao ser humano pelo consumo de alimentos. Na agricultura, estes elementos surgem através da utilização de fertilizantes fosfatados, fontes de cádmio e chumbo. Para além disso, o aumento do teor de metais pesados no solo pode advir do tráfego rodoviário, da mineração, de atividades industriais e das lamas de esgoto, afetando a produção agrícola (Vieira & Almeida, 2013).

Apesar de escassas as técnicas de tratamento de metais pesado, Antão (2007) refere que o tratamento de contaminações por metais pesados pode ser concretizado através de:

- Eletrocinética: técnica de remediação ambiental *in situ*, baseada na indução de um campo elétrico que ao induzir vários processos físico-químicos transporta os contaminantes para os eletrodos, de onde são removidos e tratados (Sumi, 2016). Este método deve ser utilizado em solos homogéneos e húmidos;
- Fito-reabilitação: técnica ambientalmente inóxia, onde são utilizadas plantas para a remoção de contaminantes. É utilizada para contaminações superficiais e quando a concentração de contaminantes é reduzida (Fiúza, 2009).
- Lavagem dos solos: tecnologia onde os solos são lavados com uma solução de detergente que flui pela zona contaminada. Trata-se de uma técnica de pré-tratamento que permite a redução do volume de solos contaminados que posteriormente são tratados através do uso de métodos específicos (Fiúza, 2009);
- Solidificação e Estabilização: técnica que para além de solidificar, através de interações químicas, permite insolubilizar, imobilizar e destruir os contaminantes (F. M. S. Ramos et al., 2009).

No entanto, como se tratam de técnicas complexas, apresentam uma dificuldade de implementação nas hortas urbanas e por isso é aconselhável, no caso de se verificar a contaminação do solo, a alteração do local da mesma.

A contaminação do solo por hidrocarbonetos pode ocorrer desde a sua extração até o seu consumo e a sua remediação é de difícil execução na medida em que estes contaminantes tendem a permanecer no solo uma vez que são pouco solúveis na água. Entre os derivados de petróleo presentes nos combustíveis, o benzeno assume uma maior preocupação devido à sua persistência e toxicidade. Para além do benzeno, os derivados de petróleo como o tolueno, o etilbenzeno e os xilenos deram origem ao acrónimo BTEX. Estes compostos de alta toxicidade podem estar presentes no solo em consequência do derrame de combustíveis e sendo classificados como Compostos Orgânicos Voláteis (COV) provocam efeitos nocivos na saúde pública (Azevedo, 2017).

O tratamento utilizado para a contaminação de solos por hidrocarbonetos, apesar de difícil aplicação, pode ser dividido em métodos físicos, químicos e biológicos (Khan, Husain, & Hejazi, 2004). Os métodos físicos são baseados na separação das fases do solo e dos contaminantes. Os métodos químicos envolvem reações químicas como a neutralização, a fotólise e/ou oxidação-redução (R. da M. dos Santos, Ferreira, Sobral, & Rizzo, 2007). Por último, o tratamento biológico utilizado é denominado como bioremediação, que se baseia na utilização de microrganismos para degradarem os compostos contaminantes. A sua eficiência depende da capacidade da atividade microbiológica em metabolizar os compostos.

A contaminação do solo por PAHs tem servido cada vez mais como um instrumento de avaliação em consequência dos seus potenciais carcinogénicos (WHO, 2005). Estes compostos são formados pela combustão incompleta de matéria orgânica. Quimicamente tratam-se de compostos inertes, no entanto quando reagem com outras substâncias participam em reações de adição e substituição. No ambiente, os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são transportados em meio aquático, apesar de pouco solúveis em água, e depositados no solo onde permanecem por longos períodos. Já no solo, os compostos são absorvidos pelas plantas e no organismo humano são absorvidos por inalação, contacto oral ou dérmico.

Os bifenilos policlorados, PCBs, são compostos pertencentes à classe dos hidrocarbonetos aromáticos clorados que surgem na natureza por origem antropogénica principalmente pela sua aplicação em equipamentos elétricos (APA, 2010). Tratam-se de poluentes insolúveis na água altamente tóxicos, cuja degradação é um processo de extrema dificuldade devido à sua persistência. Quando libertados no meio ambiente, estes contaminantes são altamente absorvidos pelo solo e pelos seres vivos em geral,

através da pele, da cadeia alimentar (mais comum) e da inalação. Particularmente, quando atingem o organismo humano, tendem a acumular-se e biomagnificar-se por toda a cadeia alimentar. Devido às suas características de risco para a saúde humana e para o meio ambiente, estes poluentes são considerados como poluentes orgânicos persistentes (POP) e a sua comercialização foi interdita a partir de 30 de Junho de 1986 pela Diretiva 85/467/CEE de 1 de Outubro (APA, 2010).

A mitigação de problemas de contaminação pode ser conseguida através de um conjunto de ações que devem ser consideradas quer por parte das entidades quer por parte da população em geral. Tomam-se como exemplos (Pinto & Ramos, 2008):

- i. Identificação das espécies vegetais mais vulneráveis à contaminação;
- ii. Monitorização adequada e constante, através da realização de análises, da qualidade do solo, da água e dos alimentos;
- iii. Recomendação da distância mínima entre a produção agrícola e estradas com elevado tráfego rodoviário;
- iv. Utilização de sebes ou cercas vivas com o objetivo de reduzir a contaminação;
- v. Utilização de coberturas de plástico de forma a reduzir a deposição atmosférica;
- vi. Utilização de métodos de produção protegida de forma a evitar o contacto dos contaminantes com o solo. Como exemplo destacam-se o caso das estufas e a produção hidropónica, entre outros. Estas áreas fornecem locais alternativos em áreas contaminadas.

As estufas representam um instrumento de proteção ambiental para a produção de plantas cuja construção é feita através de materiais que possibilitem a passagem de luz solar de forma a permitir o seu desenvolvimento. Estas estruturas têm como objetivo promover as condições ideais para o crescimento das culturas. A seleção do tipo de estufa depende de fatores como o clima da área de produção onde se planeia implementar este método, as exigências agrícolas e climáticas das espécies que se pretendem plantar, da disponibilidade de mão-de-obra e do mercado da região (Reis, 2005). Estas estruturas, para além de permitirem a proteção contra condições meteorológicas adversas e servirem de controlo da temperatura e humidade das áreas de produção, dificultam a entrada de insetos que poderiam danificar as culturas. Além disso, funcionam como uma barreira contra os contaminantes, impedindo o seu contacto com o solo.

A hidroponia surge como uma alternativa de produção visando um melhor aproveitamento da área das estufas. Este método consiste no cultivo em estufas, sem a necessidade do uso do solo apresentando como principais vantagens: i) utiliza um espaço reduzido; ii) aumenta a produção; iii) produz alimentos com maior qualidade na medida em que permite um ambiente controlado e possibilitando, assim, uma produção mais homogênea. Para além disso, a sazonalidade não afeta a produção; iv) permite a economia da água utilizada uma vez que se trata de um sistema fechado; v) permite reduzir também o uso de agrotóxicos, uma vez que é feito no interior de uma estufa, e assim diminuir a possibilidade de aparecimento de pragas, diminuindo a poluição do solo; vi) valorização superior do produto;

vii. Medidas que limitam a circulação automóvel em áreas de produção.

5. A quinta etapa diz respeito à análise da fertilidade do solo através da medição das concentrações de macro e micro nutrientes. Para preservar e melhorar a fertilidade do solo é fundamental o uso de técnicas que tenham efeito direto sobre as suas características. Assim, é essencial preservar principalmente o teor de matéria orgânica, o pH do solo e a fertilização racional.

Como referido anteriormente, o teor de matéria orgânica pode ser melhorado através da aplicação no solo de corretivos orgânicos provenientes de explorações agrícolas, compostos de resíduos sólidos urbanos ou ainda lamas provenientes do tratamento de efluentes. No caso da aplicação de corretivos orgânicos, deve ser feita no solo logo após a distribuição do terreno com o intuito de prevenir a perda de azoto. Caso se pretenda aplicar lamas ao solo, é necessária a realização prévia de análises ao solo e às lamas para que se possa determinar as concentrações de metais pesados presentes. Quando o intuito for a aplicação de chorumes no solo, é necessário o controlo periódico dos teores de cobre e zinco, através de análises feitas pelo menos de três em três anos (DRDA, 2003).

A correção da acidez do pH do solo é feita através da calagem baseada na aplicação de um corretivo que permita aumentar o valor do pH, preferencialmente um corretivo que contenha cálcio. O calcário é o corretivo de acidez mais utilizado e a sua aplicação deve considerar: a quantidade e o tipo de calcário a aplicar; a sua aplicação deve ser feita no período de outono; a aplicação deste corretivo deve ser realizada antes de uma aplicação de estrumes e após a uma aplicação de chorumes; o seu efeito prevalece durante um período de três ou quatro anos e no final deve ser efetuada uma nova análise do solo que indicará se uma nova correção de acidez é precisa ou não.

A fertilização racional das culturas é conseguida através da aplicação, de forma adequada, no solo ou na planta de nutrientes que não se encontrem disponíveis no solo em quantidades suficientes para o sucesso da colheita. Para isso, é necessário: analisar a disponibilidade de nutrientes no solo; analisar a quantidade de nutrientes que cada cultura necessita; analisar quando a melhor altura e como deve ser feita a fertilização.

6. Numa sexta fase, procede-se à tomada de decisões relativamente ao tipo de espécies vegetais a produzir tendo em consideração os objetivos da horta urbana a implementar, os objetivos do agricultor, as características da área de produção, o comércio local e os recursos disponíveis (Embrapa, 2004). Para a escolha das espécies a serem cultivadas, é necessário analisar o mercado avaliando as características de cada espécie, nomeadamente a época mais apropriada para o seu cultivo, o seu ciclo de vida e as necessidades de água. Para além disso, a sua escolha dependerá da taxa de germinação, do desenvolvimento da planta, da sua resistência a pragas e doenças, da sua produtividade, do aspeto do produto final e ainda do sabor (Torres, 2008). Nos Anexos 6 e 7 apresentam-se informações relativas às relações entre as plantas e o calendário de sementeira e colheita.

7. A sétima etapa caracteriza-se pela demarcação da área que será efetivamente utilizada para canteiros, utilizados para o cultivo das espécies previamente escolhidas;

8. Esta fase é referente à preparação do terreno para a produção agrícola, incluindo a sua limpeza;

9. Manutenção do solo, através da utilização de fertilizantes orgânicos, que irão permitir a melhoria da estrutura do solo e prevenir no risco da erosão. Deve ser feita de forma racional e de acordo com as necessidades da cultura pelo que é fundamental efetuar análises de solo antes da sua instalação de modo a determinar as suas carências. Após esta análise torna-se necessário a elaboração de um plano de fertilização, com o auxílio de um técnico especializado, que seja adequado ao solo e às culturas. Existe uma grande diversidade de materiais de natureza orgânica que podem ser utilizados como fertilizantes: materiais provenientes de explorações agrícolas e pecuárias como estrumes e chorumes, compostos e resíduos das culturas e ainda águas residuais e lamas de depuração (DRAP Norte, 2015).

10. Nesta fase, é feita a plantação das sementes.

Após a construção dos canteiros e a plantação das sementes, a tarefa dos agricultores é cuidar diariamente da sua plantação e acompanhar o seu desenvolvimento. Durante o período de produção, torna-se necessário o estabelecimento de requisitos mínimos de higiene a aplicar na produção primária

de alimentos de forma a reduzir o risco de contaminação com agentes físicos, químicos e biológicos. Esta preocupação surge na sequência das fortes exigências por parte do consumidor. Neste âmbito, foi publicado o Regulamento (CE) nº 852/2004 que estabelece as regras relativas à higiene nos géneros alimentícios, incluindo as aplicáveis à produção primária.

Durante o processo de produção, e como referido anteriormente, é fundamental ter em consideração eventuais perigos que possam surgir e podem ser divididos como: perigos físicos, químicos e biológicos (DRAP Norte, 2015). Nos perigos físicos, fazem parte o vidro, objetos metálicos, pedaços de madeira e plásticos. Os perigos químicos os mais referidos são os pesticidas e os contaminantes. Os pesticidas, nomeadamente os produtos fitofarmacêuticos, possuem uma toxicidade sobre os produtos alimentares que depende do tipo de alimento, do tempo e via de exposição e das condições de aplicação. Os contaminantes, particularmente os metais pesados, apresentam risco de segurança dos alimentos bastante elevado e a sua contaminação depende por exemplo, da variedade de vegetais que possuem diferentes padrões de acumulação de metais e da disponibilidade de metais pesados no solo. Por fim, os perigos biológicos mais referidos são bactérias, fungos ou vírus. Destacam-se “*Salmonella* spp., *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga, *Shigella* spp., *Yersinia* spp., *Listeria monocytogenes* e norovirus” (DRAP Norte, 2015). De acordo com estudos realizados pela Autoridade Europeia para Segurança dos Alimentos, as contaminações microbiológicas ocorrem: próximas da colheita (água de irrigação, inundações); na colheita (contacto dos agricultores com os alimentos) ou após a colheita (contaminação cruzada por água, equipamentos ou manipuladores de alimentos) (efsa, 2013)

Além disso, é necessário proceder a um controle das culturas com o intuito de analisar a ocorrência ou ausência de deposição atmosférica. Os poluentes atmosféricos podem ser transferidos da atmosfera até à superfície terrestre. De todos os elementos da superfície, a vegetação e em especial quando se encontra exposta durante o período de crescimento, representa o principal destino dos poluentes atmosféricos. A sua remoção ocorre no interior da planta após a entrada nos seus estomas ou na superfície exterior das folhas (cutículas) através de processos físico-químicos. Os principais poluentes atmosféricos são o dióxido de enxofre, o dióxido de azoto e o ozono (Tabela 7).

Tabela 6 – Interações dos poluentes atmosféricos sobre a vegetação (Hosker e Lindberg, 1982)

<i>Substância poluente</i>	<i>Tipo de interação na vegetação</i>
Dióxido de enxofre	Absorção pelos estomas Sorção na superfície foliar
Óxidos de azoto, em particular o dióxido de azoto	Absorção pelos estomas Sorção na superfície foliar
Ozono	Absorção pelos estomas Reação química na superfície foliar

11. Neste ponto, o processo de rega é iniciado. Trata-se de uma tarefa indispensável para o desenvolvimento da planta e ainda para solubilizar os elementos minerais do solo para se tornarem disponíveis para plantas. O processo de irrigação deve ser efetuado com a preocupação de minimizar as perdas de água, sendo essencial o estabelecimento de um plano de rega para cada parcela consoante as necessidades das culturas. É importante também que a água seja de boa qualidade, livre de impurezas e odores;

12. Em seguida, procede-se à identificação e controlo de pragas e doenças através de medidas preventivas, como espécies adaptadas ao local (Ferreira & Luz, 2017).

13. O processo de colheita é iniciado e para isso devem seguir-se as seguintes recomendações (Fao & Who, 2009):

- Ter em consideração as medidas de gestão adicionais aplicadas a cada local no caso por exemplo de condições climáticas adversas que podem aumentar a contaminação dos alimentos;
- Produtos alimentares que estejam impróprios para o consumo humano devem ser separados, armazenados e eliminados de forma adequada de forma a evitar a contaminação de outros produtos;
- A utilização de ferramentas de colheita deve ser feita de acordo com as suas instruções;
- Limpeza de todos os utensílios de colheita assim que esta tarefa for terminada;

e. Utilizar contentores para acondicionar produtos que não estejam em boas condições.

14. Adoção de rotação de culturas, que possibilita uma melhor utilização da água, facilita o controlo de pragas, doenças e infestantes, mantêm a fertilidade do solo uma vez que permite a sua recuperação e ainda adiciona nutrientes úteis (Mourão, 2007). Em anexo, encontra-se uma tabela com as rotações que devem ser efetuadas em algumas culturas;

Em seguida, é apresentada a infografia com os procedimentos a seguir para a implementação de uma horta urbana.

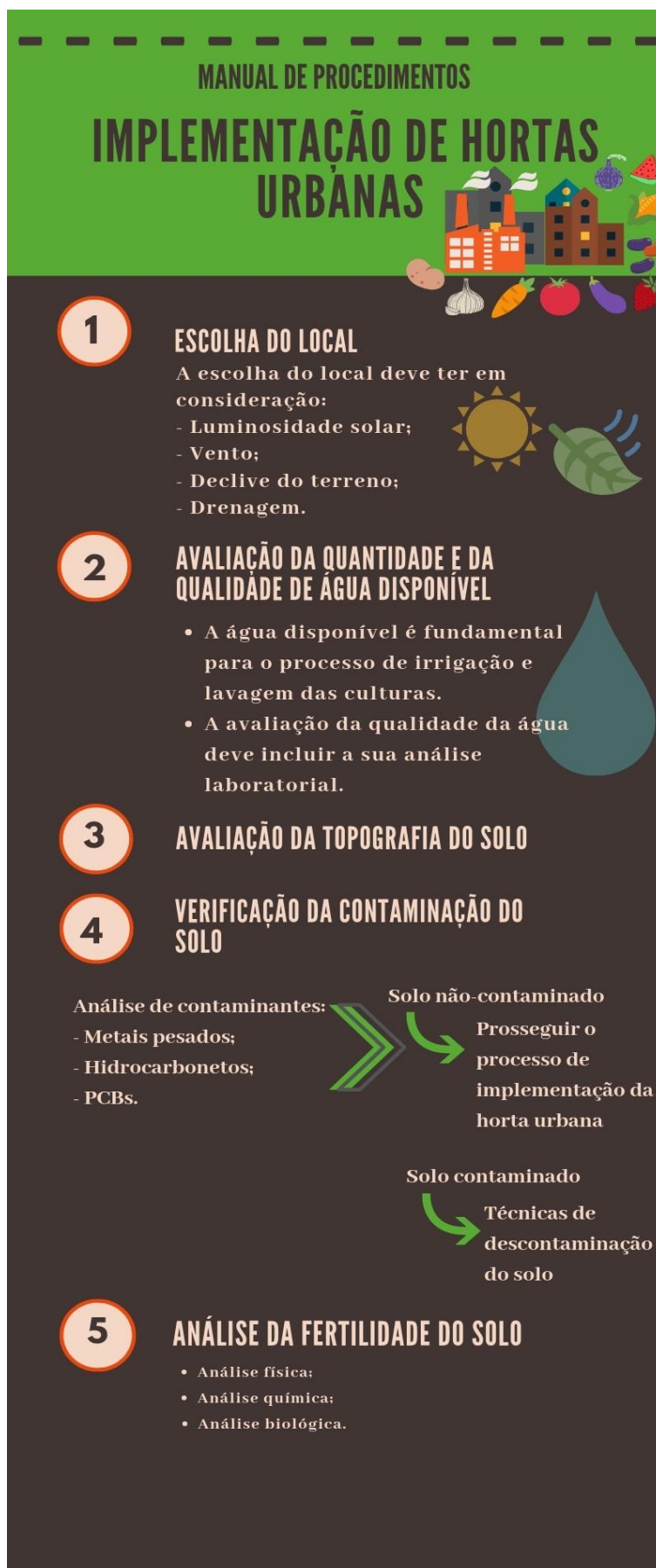




Figura 11 – Infografia ilustrativa do manual de procedimentos de implementação de hortas urbanas

Capítulo 4 – Considerações finais

A agricultura urbana surge como uma estratégia de desenvolvimento sustentável de bastante interesse nos dias de hoje. Este interesse está intrinsecamente relacionado com todos os benefícios providos por esta atividade, benefícios esses que podem ser distinguidos em ambientais, sociais e económicos. Na perspetiva ambiental, as hortas urbanas permitem melhorar a paisagem urbana, melhorar a qualidade dos seus recursos naturais, atenuar a ilha de calor sentida nos grandes centros urbanos na sequência das atividades antropogénicas. No entanto, devido à exposição das hortas à poluição atmosférica das cidades podem ocorrer casos de contaminação fundamentais de serem considerados para poder inverter a situação. A nível social destaca-se o contributo destes espaços verdes na medida em que, para além do contacto com a natureza, permite aos cidadãos que praticam esta atividade criarem fortes relações com os demais e promove a sua atividade física. O grande problema está na falta de terrenos livres em tecido urbano, o que dificulta o aumento desta prática agrícola. Por fim, na vertente económica, as hortas urbanas permitem rentabilizar recursos. No entanto, antes da implementação de uma horta urbana, deve ser feita uma análise custo-benefício de forma a concluir se o projeto é efetivamente viável, ou não, a nível económico.

A poluição no interior das cidades continua a ser um assunto que não pode ser menosprezado e portanto, torna-se essencial a adoção de medidas que permitam minimizar o impacto negativo que a poluição pode ter nos produtos hortícolas produzidos. A análise de contaminantes no solo posterior ao estudo da localização relativamente à qualidade ambiental do solo e das fontes de poluição próximas do mesmo é um dos procedimentos iniciais fundamentais para a prevenção da contaminação das espécies vegetais.

Para além do risco associado à contaminação histórica dos solos urbanos, o risco de contaminação dos produtos hortícolas produzidos pode igualmente comprometer a saúde pública. Com a finalidade de identificar possíveis problemas de contaminação nas hortas, e tendo em consideração que o risco de exposição em meio urbano é efetivamente elevado, torna-se necessário a avaliação da contaminação do solo prévia à instalação das hortas urbanas, assim como a análise dos produtos produzidos.

Tendo o presente trabalho como principal objetivo principal a elaboração de um manual de procedimentos para instalação e monitorização das condições ambientais das hortas urbanas com vista a reduzir potenciais riscos associados à contaminação dos solos e dos produtos hortícolas, foi possível demonstrar a importância da avaliação ambiental das hortas urbanas na medida em que permite a identificação e alerta de problemas de contaminação urbana. Pretende-se também com este documento

incentivar as entidades a implementar medidas que assegurem a qualidade ambiental, a segurança alimentar e a saúde pública.

Algumas propostas fundamentais para a mitigação de problemas de contaminação de solos urbanos, e em particular das hortas urbanas, passam pela alteração dos padrões de produção das cidades, pela mudança dos padrões de consumo urbano e pelo desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis. Para isso, é importante:

- Estimular a produção local a pequena escala através das hortas urbanas;
- Realizar campanhas informativas de forma a incentivar a população a aderir ao modo de produção biológico;
- Realizar campanhas de sensibilização com o intuito de impulsionar o interesse relativamente à temática da segurança alimentar;
- Estimular o consumo de produtos biológicos;
- Promover a utilização de veículos não poluentes;
- Desenvolver atividades que promovam a educação ambiental.

De forma a promover a melhoria da qualidade ambiental melhorando as condições de vida da população, torna-se útil a adoção de um conjunto de ações de forma a possibilitar a mitigação de problemas de contaminação de hortas urbanas. Para isso propõe-se a regulamentação do uso e ocupação do solo urbano bem como do ordenamento de território.

Em estudos futuros é recomendado a realização de inquéritos às pessoas que habitam nas imediações de hortas urbanas, com o objetivo de estimar o interesse da população nesta prática agrícola, avaliar a exequibilidade de futuras hortas e ainda analisar quais os produtos hortícolas de interesse para os praticantes. Além disso, justifica-se a verificação da relação entre os preços dos produtos vegetais e a qualidade dos mesmos. Por fim, torna-se importante realizar uma estimativa do sequestro de carbono pelas hortas urbanas ao longo do tempo, procedimento que apresenta alguma dificuldade até os dias de hoje.

Referências Bibliográficas

- Abreu, Â. M. R. da S. M. (2012). Hortas urbanas – contributo para a sustentabilidade. Caso de estudo: “Hortas comunitárias de Cascais,” 180. Retrieved from <https://run.unl.pt/handle/10362/7981>
- Act, S. H. and A. (1908). Small Holding and Allotments Act 1908, 4.
- Aguiar, M. I., Costa, F. S., Albuquerque, J. A., Fidalski, J., Tormena, C. A. A., Cecato, U., ... Tormena, C. A. A. (2006). Soil physical quality in a fertilized pasture under continuous grazing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 5(1), 78. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001100018>
- Alexandre, C., Silva, J. R. M. da, & Ferreira, A. G. (2001). Comparação de dois métodos de determinação da textura do solo: sedimentometria por raios X vs. método da pipeta. *Revista de Ciências Agrárias*, 24(3 e 4), 99–110.
- APA. (2010). Guia de boas práticas: gestão de equipamentos com PCB, 1–33.
- Araújo, M. F. F. de. (2016). Contributo para o Desenvolvimento das Hortas Urbanas no Município de Santo Tirso (HUST).
- Azevedo, T. G. de C. (2017). Estudo da contaminação do solo e da água subterrânea em área de posto de revenda de combustíveis através da difusão de hidrocarbonetos btex e hpa.
- Babo, M. C. (2014). Contributos para a consolidação e desenvolvimento da Rede Municipal de Hortas Urbanas de Vila Nova de Gaia.
- Bamforth, S. M., & Singleton, I. (2005). Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons: Current knowledge and future directions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 80(7), 723–736. <https://doi.org/10.1002/jctb.1276>
- Brandão, S. L., & Lima, S. do C. (2002). pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de Pinus e Cerrado na Chapada, em Uberlândia (MG). *Caminhos Da Geografia*, 46–56.
- Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. *United Nations Commission*, 4(1), 300. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Carvalho, M. (2012). O uso sustentado do solo em Portugal. *Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM)*, 1–7.
- Cavaco, C., & et al. (2015). *Cidades Sustentáveis 2020*. Retrieved from http://www.forumdascidades.pt/sites/default/files/2015_cidades_sustentaveis_2020.pdf
- Chaussod, R. (1996). La qualité biologique des sols : Évaluation et implications. *Etude et Gestion Des Sols*, 3(i), 261–278.
- Costa, H. (2015). Concentração de metais pesados nos solos utilizados para agricultura urbana na cidade de Lisboa Hugo Tiago Duarte Costa Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente.
- Costa, N. (2015). Estudo dos benefícios sociais, ambientais e económicos das hortas sociais biológicas do município da póvoa de lanhoso.
- Cruvinel, K. A. da S., Oliveira, A. D., Kopp, K., & Ferreira, E. de M. (2013). PCBs e a contaminação

- do solo: risco ambiental e à saúde humana. *REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, 7(August), 0–9. <https://doi.org/10.5216/reec.v7i2.24263>
- Dias, J. S. (2012). Nutrientes: Do que as plantas precisam ? *UNIFERTIL Universal de Fertilizantes S.A.*, (Quadro 1), 1–10. Retrieved from <http://www.unifertil.com.br/admin/files/rc20121011151121.pdf>
- Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A., Doran, J. W., & Parkin, T. B. (1994). Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. *Defining Soil Quality for Sustainable Environment*, 37–52. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35.c1>
- DRAP Norte. (2015). Higiene na produção primária de hortofrutícolas frescos - Código de boas práticas. *Fapesb*, (Novembro), 1–18.
- DRDA. (2003). Manual Básico de Práticas Agrícolas: Conservação do Solo e da Água. *Ratio*, (4), 325–334. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000500013>
- efsa. (2013). Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin . Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). *EFSA Journal*, 11(1), 3025. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3025>.
- Embrapa. (1997). *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Embrapa (Vol. 2). <https://doi.org/10.1517-2627>
- Embrapa. (2004). *O cultivo de hortaliças*. Embrapa. <https://doi.org/10.1128/MCB.00062-16>
- EPA. (2012). Report on the 2015 U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Decontamination Research and Development, (July), 1–128.
- Escosteguy, P. A. V., Galliassi, K., & Ceretta, C. A. (2007). Determinação de matéria orgânica do solo pela perda de massa por ignição, em Amostras do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 31(2), 247–255. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000200007>
- EUGO. (2012). STATE OF THE ART OF URBAN GARDENS IN EUROPE.
- FAO. (1991). *The State of Food and Agriculture*.
- Fao & Who. (2009). *Food hygiene - Basic texts*. Retrieved from ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Hygiene/FoodHygiene_2009e.pdf
- Fernandes, A. L. P. (2014). Agricultura Urbana e Sustentabilidade das cidades - Projeto “ horta à porta ” no Grande Porto.
- Fernandes, A. L. P., & Ramos, M. da C. P. (2016). AGRICULTURA URBANA : ESTRATÉGIA DE GESTÃO URBANA SUSTENTÁVEL, 19–36.
- Ferreira, M. E., & Luz, P. B. (2017). As hortas urbanas ea sustentabilidade dos recursos solo, água e energia. *I Colóquio Nacional de Horticultura Social e ...*, 90–95. Retrieved from <http://www.aphorticultura.pt/uploads/4/8/0/3/48033811/actas-portuguesas-horticultura-n27-aph-jul17.pdf#page=96>
- Fiúza, A. M. A. (2009). Considerações sobre Tecnologias de Reabilitação de Solos Contaminados, 4.
- Guerra, A. J. T., & Botelho, R. G. M. (1996). Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. *Anuário Do Instituto de*

- Geociências*, 19(M), 93–114. Retrieved from <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0100-929X.19950011>
- Guitart, D., Pickering, C., & Byrne, J. (2012). Past Results and Future Directions Community Gardening Literature Review. *Urban Forestry and Urban Greening*, 11.
- INIAV. (2016). Colheita de amostras não perturbadas de solo, 1, 1–3.
- INIAV. (2016a). COLHEITA DE AMOSTRAS NÃO PERTURBADAS DE SOLO, 1, 1–3.
- INIAV. (2016b). Lista de determinações e métodos analíticos, 1, 1–9.
- Instituto Politécnico de Santarém. (2017). II. Fertilidade do solo. *ERaízes*, 1–105.
- Jacques, R. J. S., Bento, F. M., Antonioli, Z. I., & Camargo, F. A. D. O. (2007). Biorremediação de solos contaminados com hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. *Ciência Rural*, 37(4), 1192–1201. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000400049>
- Johnson, D. L., Anderson, D. R., & McGrath, S. P. (2005). Soil microbial response during the phytoremediation of a PAH contaminated soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(12), 2334–2336. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.04.001>
- Kapungwe, E. M. (2013). Heavy Metal Contaminated Water, Soils and Crops in Peri Urban Wastewater Irrigation Farming in Mufulira and Kafue Towns in Zambia. *Journal of Geography and Geology*, 5(2), 55–72. <https://doi.org/10.5539/jgg.v5n2p55>
- Khan, F. I., Husain, T., & Hejazi, R. (2004). An overview and analysis of site remediation technologies. *Journal of Environmental Management*, 71(2), 95–122. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.02.003>
- Kitamura, A. E. (2004). Inter-relações da variabilidade espacial da granulometria do solo e a produtividade do feijoeiro sob plantio, 109.
- Lajas, S. M. A. (2016). Integração de métodos estatístico e determinístico para a avaliação da suscetibilidade a deslizamentos superficiais, (June).
- Leitão, T. E., Cameira, M. R., Costa, H. D., Pacheco, J. M., Henriques, M. J., Martins, L. L., & Mourato, M. P. (2018). Environmental Quality in Urban Allotment Gardens: Atmospheric Deposition, Soil, Water and Vegetable Assessment at LISBON City. *Water, Air, and Soil Pollution*, 229(2). <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3681-1>
- Matos, R. S. (2010). A Reinvenção da Multifuncionalidade da Paisagem em Espaço Urbano - Reflexões. *Tese Apresentada à Universidade de Évora Para a Obtenção Do Grau de Doutor Em Artes e Técnicas Da Paisagem*, 372.
- Moreira, M. M. C. (2015). Avaliação do impacto das hortas biológicas de V. N. Famalicão no bem-estar dos seus utilizadores.
- Mourão, I. de M. (2007). *Manual de Horticultura no Modo de Produção Biológico*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Município Participativo de Setúbal. (2005). Manual de Horticultura- Criação de uma Horta Biológica.
- Nações Unidas. (1972). Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente

- Humano – 1972.
- Petts, J. (2001). by, 5026025(1).
- Pinto, R. (2007). Hortas urbanas: espaços para o desenvolvimento sustentável em Braga. *UMinho, Dissertação*, 531.
- Pinto, R., & Ramos, R. (2008). Avaliação ambiental de hortas urbanas : o caso da cidade de Braga. *14º Congresso Da APDR - 2º Congresso de Gestão e Conservação Da Natureza, Desenvolvimento, Administração Governança Local*, 1–29. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/18221>
- Policarpo, N. A. (2008). Tratamento de Solos Contaminados com Bifenilas Policloradas (PCBs), 75. Retrieved from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-15092008-140303/pt-br.php>
- Ramos, A. R. A. (2011). A Integração de espaços de cultivo agrícola em contextos urbanos - Proposta de intervenção para a requalificação urbana do vale de Chelas (Lisboa). *Dissertação de Mestrado Em Arquitectura Da Universidade Técnica de Lisboa*.
- Ramos, F. M. S., Kaminata, O. T., Tavares, C. R. G., Benatti, C. T., Capelasso, M., & Innocenti, B. D. (2009). Avaliação da técnica de solidificação / estabilização no tratamento de resíduo têxtil - produção de bloco cerâmico de vedação (Evaluation of solidification / stabilization process in the treatment of textile, 55, 408–414.
- Reis, N. V. B. dos. (2005). Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. *Embrapa Hortaliças - Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 38(31468), 16. Retrieved from <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/779127>
- RIO. (1992). DO RIO.
- Santos, A. J. D. (2008). MANUAL DO HORTICULTOR. *Banco Oportunidade de Moçambique - MozVerde*, 1–15.
- Santos, R. da M. dos, Ferreira, S. G. L., Sobral, L. G. S., & Rizzo, A. C. de L. (2007). REMEDIAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO POR PETRÓLEO EM BIOPILHAS, 1–17.
- Schwartz, C., Chenot, É.-D., Douay, F., Dumat, C., Pernin, C., & Pourrut, B. (2013). Jardins potagers: terres inconnues?, 171.
- SENAR. (2012). *Cultivo de hortaliças raízes, tubérculos, rizomas e bulbos*.
- Shayler, H., McBride, M., & Harrison, E. (2009). Sources and Impacts of Contaminants in Soils. *Department of Crop & Soil Sciences, (Cornell Waste Management Institute)*, 1–6.
- Silva, J. B. G., Martinez, M. A., Pires, C. S., Andrade, I. P. de S., & Silva, G. T. da. (2012). Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. *Irriga, Edição esp(1808–3765)*, 250–263.
- Smit, J., Nasr, J., & Ratta, A. (2001). Urban Agriculture Yesterday and Today. *Urban Agriculture Food, Jobs and Sustainable Cities*, 1–32. [https://doi.org/10.1016/S0022-3182\(97\)70254-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3182(97)70254-1)
- Sousa, R., & Sales, D. (2013). Urban Agriculture: The Allotment Gardens as Structures of Urban Sustainability. *Advances in Landscape Architecture*. <https://doi.org/10.5772/55892>
- Souza, Z. M., Júnior, J. M., Pereira, G. T., & Moreira, L. . (2004). Variabilidade espacial de

- parâmetros físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 28(6), 937–944. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000600015>
- Sumi, E. M. (2016). REMEDIAÇÃO ELETROCINÉTICA – NOVAS TÉCNICAS.
- Tang, L., Tang, X. Y., Zhu, Y. G., Zheng, M. H., & Miao, Q. L. (2005). Contamination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in urban soils in Beijing, China. *Environment International*, 31(6), 822–828. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.05.031>
- Teixeira, D. (2016). Hortas urbanas: o contributo da arquitetura para a integração das hortas urbanas na (re) qualificação da cidade. Retrieved from <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/36984>
- Thiago, T. G., Porte, L. M. F., Zanatta, N., Bonacorso, H. G., Martins, M. A. P., & Costabeber, I. H. (2012). Determinação de bifenilos policlorados em milho através de extração em fase sólida seguida de cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas. *Química Nova*, 35(3), 553–558. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000300021>
- Torres, C. (2008). Horta Orgânica Doméstica. *Manual Clube Do Jardim*.
- Turner, A. H. (2009). Urban Agriculture and Soil Contamination: An Introduction to Urban Gardening. *Center for Environmental Policy and Management*, 1–20. Retrieved from <http://louisville.edu/cepm>
- Universidade de Évora. (2007). O campo da cidade, 42(1), 33–34.
- Vieira, P., & Almeida, J. (2013). *Impactes Ambientais da Agricultura: Agricultura Convencional versus Agricultura Biológica* (Vol. 39).
- Wei, B., & Yang, L. (2010). A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal*, 94(2), 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.09.014>
- Weil, R. R., & Brady, N. C. (2007). The Nature and Functions, 40(3), 285–288.
- WHO. (2005). Summary and conclusions of the sixty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1–47.
- Wilcke, W., Lilienfein, J., Lima, S. D., & Zech, W. (1999). Contamination of highly weathered urban soils in Uberlandia, Brazil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde*, 162(5), 539–548. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1522-2624\(199910\)162:5<539::aid-jpln539>3.0.co;2-o](https://doi.org/10.1002/(sici)1522-2624(199910)162:5<539::aid-jpln539>3.0.co;2-o)

ANEXOS

Anexo 1 – Determinação do pH do solo

O trabalho laboratorial foi realizado no laboratório da Universidade de Aveiro.

Foram realizadas análises físico-químicas a solos agrícolas, nomeadamente a determinação do pH e condutividade do solo e a matéria orgânica presente em cada amostra de solo. A escolha destes parâmetros deve-se ao facto de constituírem análises básicas que são tidas como obrigatórias de modo a verificar a fertilidade de um determinado solo. A sua análise determina não só a disponibilidade de nutriente para a planta como também a capacidade de retenção de água por parte do solo.

O pH do solo afeta a disponibilidade dos nutrientes e atividade biológica do solo. A sua análise é de extrema importância na medida em que só assim é exequível a sua correção, realizada em função do pH recomendado para as culturas de rotação (Tabela 8).

Tabela 7 - Tolerância relativa de diferentes culturas à acidez do solo.

<i>Reduzida</i> (pH 6,8 – 6,0)	<i>Moderada</i> (pH 6,8 – 5,5)	<i>Elevada</i> (pH 6,8 – 5,0)
Espargo	Feijão	Chicórias
Beterraba	Couve-de-bruxelas	Dente de leão
Brócolo	Cenoura	Esacarola
Couves de repolho	Couves de folhas	Funcho
Couve-flor	Milho-doce	Batata
Aipo	Pepino	Ruibardo
Acelga	Beringela	Chalota
Couve-chinesa	Alho	Batata-doce
Agrião	Rábano	Melancia
Alho-francês	Couve-rábano	
Alface	Mostarda	
Melão	Salsa	
Espinafre da Nova Zelândia	Ervilha	
Quiabo	Pimento	
Pastinaca	Abóbora	
Salsifi branco	Rabanete	
Espinafre	Aboborinha	
	Morango	
	Tomate	
	Nabo	

Fonte: Maynard & Hochmuth (1997) in (Mourão, 2007)

Para a medição do pH, o método utilizado foi baseado na norma internacional ISO 103910:2005, sendo que no presente trabalho o procedimento elaborado baseou-se no eletrodo em suspensão de solo em água numa fração volumétrica de 1:5. Numa primeira fase o solo foi seco ao ar, uma vez que só assim é que esta norma pode ser aplicada e, em seguida, foi crivado com o auxílio de uma peneira de modo a obter frações de solo menores que 2mm. Posteriormente, para a preparação da suspensão, é adicionada a cada amostra de solo (com um volume de pelo menos 5mL) cinco vezes o seu volume em água agitando, em seguida, utilizando um agitador mecânico durante cerca de 1 hora. Para finalizar o processo, procede-se à leitura do pH das amostras através do medidor de pH.

Como é possível observar na tabela, os solos analisados apresentam uma reação pouco ácida (Tabela 9), favorável para fins agrícolas.

Tabela 8 – Resultados obtidos de pH

<i>Site</i>	<i>Point</i>	<i>pH</i>	<i>Average</i>
PO-LS-01	1	6,93	
	2	6,82	6,84
	3	6,78	
PO-LS-02	1	6,82	
	2	6,79	6,80
	3	6,79	
PO-LS-03	1	6,95	
	2	6,80	6,84
	3	6,76	
PO-LS-04	1	6,91	
	2	6,88	6,85
	3	6,75	
PO-LS-05	1	7,23	
	2	6,79	6,93
	3	6,78	

Apesar de em Portugal ainda não terem sido estabelecidos valores de referência sobre a qualidade do solo, situação idêntica acontece na União Europeia, existem valores limite de concentração de metais pesados em função do pH do solo, conforme apresentado na tabela 9.

Tabela 9 - Valores limite de concentração de metais pesados em solos em função do seu pH (Decreto-Lei n.º 103/2015)

<i>Elemento</i>	<i>Valor limite em solos (mg/kg de matéria seca)</i>		
	<i>$5 \leq \text{pH} < 6$</i>	<i>$6 \leq \text{pH} < 7$</i>	<i>$\text{pH} \geq 7$</i>
Cádmio	0,5	1	1,5
Cobre	20	50	100
Níquel	15	50	70
Chumbo	50	70	100
Zinco	60	150	200
Mercúrio	0,1	0,5	1
Crómio	30	60	100

Anexo 2 – Determinação da condutividade do solo

A condutividade elétrica (E_c) é usada para medir a quantidade de sais presente em solução do solo. Assim, quando maior a quantidade de sais presente na solução, ou seja, quanto maior o grau de salinidade de solo, maior será o valor de E_c . A nível do solo, os sais mais comuns são soluções compostas por cátions de sódio (Na^+), potássio (K^+), magnésio (Mg^{2+}) e cálcio (Ca^{2+}) juntamente com aniões de cloro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-). A unidade de leitura da condutividade é o siemens (S) por unidade de distância (S/m), no entanto os solos apresentam valores baixos, pelo que a unidade corrente passa a ser micro siemens por metro ($\mu S/m$). Como a condutividade é um parâmetro dependente da temperatura, este deve ser tida sempre em atenção. Neste caso, a temperatura de referência é de 20°C (ISO 11265:1994).

No caso da condutividade, o processo realizado foi bastante simples. As soluções anteriores utilizadas para a medição do pH foram repousadas durante 1 noite e posteriormente, procedeu-se à medição da condutividade.

Como se observa na tabela 11, os resultados experimentalmente obtidos para este parâmetro apresentam valores baixos de condutividade o que se pretende num solo fértil. Caso contrário, se fossem obtidos valores altos de condutividade, o desenvolvimento e produtividade das plantas iria ser afetado uma vez que, por exemplo, esta necessitaria de despender mais energia para obter a água que necessita.

Tabela 10 – Resultados obtidos de condutividade

<i>Site</i>	<i>Point</i>	<i>Conductivity (mS/m)</i>	<i>Average</i>
PO-LS-01	1	0,74	0,71
	2	0,77	
	3	0,62	
PO-LS-02	1	0,72	0,75
	2	0,77	
	3	0,76	
PO-LS-03	1	0,73	0,77
	2	0,76	
	3	0,80	
PO-LS-04	1	0,82	0,86
	2	0,89	
	3	0,86	
PO-LS-05	1	0,56	0,63
	2	0,75	
	3	0,57	

Anexo 3 – Determinação da matéria orgânica do solo

A determinação do teor de matéria orgânica foi obtida utilizando dois métodos distintos. No primeiro método, através da perda de massa por ignição, procede-se inicialmente à pesagem de aproximadamente de 5g de solo num cadinho. Em seguida as amostras são colocadas 1 dia na estufa e procede-se à mesma pesagem. No final estas são colocadas na mufla 550°C no período de 4h procedendo em seguida à sua pesagem. Para obter a percentagem de matéria orgânica presente nas amostras, efetua-se o seguinte cálculo:

$$\% \text{ matéria orgânica} = \frac{P \text{ cadinho após estufa} - P \text{ cadinho após mufla}}{P \text{ cadinho após estufa}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

O segundo método, feito através da determinação do carbono orgânico total com aplicação de um fator, trata-se de um método mais complexo e preciso uma vez que o anterior não queima toda a matéria orgânica presente no solo. Neste, inicialmente pesa-se 1g de solo de cada amostra e, em seguida, o solo é colocado num erlenmeyer de 500mL onde são adicionados 10mL de dicromato de potássio, agitando suavemente durante cerca de 20 segundos. É ainda adicionado 20 mL de ácido sulfúrico agitando após a sua adição. Após 30 minutos de repouso adiciona-se 200mL de água destilada e 10mL de ácido fosfórico. A adição deste ácido provoca um aquecimento na solução, sendo necessário portanto deixar as soluções repousar cerca de 2h à temperatura ambiente. Em seguida adiciona-se 1 mL de difenilamina e, por fim, procede-se à titulação com sulfato ferroso (FeSO_4). Da titulação é obtido o volume gasto deste composto.

$$\% \text{ matéria orgânica} = \frac{V \text{ gasto } \text{FeSO}_4 \text{ branco} - V \text{ gasto } \text{FeSO}_4 \text{ amostra}}{V \text{ gasto } \text{FeSO}_4 \text{ branco}} \times \frac{6,7168}{m \text{ solo pesado}} \quad \text{Equação 2}$$

No que diz respeito a este parâmetro, é viável que os solos apresentem um teor com valores superiores, ou iguais, a 2%. Como é possível observa nas tabelas seguintes (Tabelas 12 e 12), os solos analisados no presente estudo obedecem a este pressuposto, em ambos os métodos. No entanto, no primeiro método foram obtidos teores de matéria orgânica muito superiores aos obtidos no método dicromato uma vez que o primeiro não consegue queimar toda a matéria orgânica presente no solo.

Tabela 11 - Resultados obtidos da matéria orgânica pelo método 1 (determinação da matéria orgânica do solo pela perda de massa por ignição)

Site	Point	Sample	Weight (g)					Average
			Sample (105°C)	Sample (450°C)	Dry content (%)	Moisture content (%)	Organic matter (%)	
PO-LS-01	1	4,491	4,445	4,251	98,971	1,029	4,367	
	2	4,748	4,705	4,526	99,096	0,904	3,802	4,053
	3	4,754	4,709	4,521	99,058	0,942	3,990	
PO-LS-02	1	4,368	4,316	4,091	98,807	1,193	5,213	
	2	4,194	4,150	3,943	98,954	1,046	4,988	5,077
	3	4,136	4,093	3,887	98,968	1,032	5,030	
PO-LS-03	1	5,018	4,971	4,759	99,073	0,927	4,266	
	2	4,877	4,833	4,627	99,092	0,908	4,256	4,243
	3	4,638	4,597	4,404	99,107	0,893	4,207	
PO-LS-04	1	4,445	4,398	4,170	98,954	1,046	5,186	
	2	4,792	4,745	4,510	99,021	0,979	4,949	5,030
	3	4,864	4,818	4,580	99,065	0,935	4,956	
PO-LS-05	1	4,514	3,245	3,075	71,872	28,128	5,243	
								4,622
	3	4,117	4,076	3,912	98,982	1,018	4,002	

Tabela 12 – Resultados obtidos da matéria orgânica pelo método 2 (determinação da matéria orgânica solo através da determinação do carbono orgânico total com aplicação de um fator)

Site	Point	Titration	Organic matter	Average
		V spent (mL)		
PO-LS-01	1	12,0	2,891	
	2	12,2	2,827	2,753
	3	13,1	2,540	
PO-LS-02	1	10,9	3,241	
	2	12,5	2,731	2,955
	3	12,0	2,891	
PO-LS-03	1	13,5	2,413	
	2	13,5	2,413	2,434
	3	12,0 ⁸	2,476	
PO-LS-04	1	12,3	6,717	

^{8, 8} Valores não considerados no cálculo da matéria orgânica na sequência de um erro no procedimento experimental.

	2	15,3 ⁹	2,795	3,784
	3	15	1,839	
PO-LS-05	1	5	1,775	
	2	15,6	1,743	1,700
	3	16,1	1,584	
BRANCO	1	20,2		
	2	22,0		
	3	21,0		

A nível nacional, contrariamente aos resultados obtidos neste estudo, a generalidade dos solos agrícolas apresentam um teor de matéria orgânica inferior a 1% (tabela 14). Este valor, extremamente baixo, influencia negativamente o solo, na medida em que não é capaz de garantir a sua atividade biológica.

Com a finalidade de reverter a situação atual, apresenta-se como sugestões a redução de perdas e a adição de matéria orgânica ao solo. Relativamente ao primeiro ponto, é assegurado impedindo as mobilizações do solo responsáveis não só pelo incremento da erosão como pela taxa de mineralização da matéria orgânica ou seja pela velocidade de decomposição (Carvalho, 2012). A adição de matéria orgânica, realizada de forma periódica, baseia-se na incorporação de resíduos provenientes de explorações orgânicas como o estrume, de composto de resíduos sólidos urbanos (RSU) ou de lamas provenientes de tratamento de efluentes (DRDA, 2003).

Tabela 13 – Matéria orgânica de solos agrícolas em Portugal.

	<i>M.O</i>
<i>Elevado</i>	27,5 (>2)
<i>Médio Baixo</i>	2,2 (1-2)
	70,4 (<1)

Fonte: Alves (1989) em (Carvalho, 2012).

Anexo 4 – Propriedades dos nutrientes

Tabela 14 – Mobilidade de macronutrientes no solo e na planta

<i>Macronutriente</i>	<i>No solo</i>	<i>Na planta</i>
Azoto	Móvel	Móvel
Fósforo	Pouco Móvel	Móvel
Potássio	Móvel	Móvel
Cálcio	Pouco Móvel	Imóvel
Magnésio	Pouco Móvel	Móvel
Enxofre	-	Imóvel

Fonte: Malavolta (1989).

Tabela 15 - Mobilidade de micronutrientes no solo e na planta

<i>Micronutriente</i>	<i>No solo</i>	<i>Na planta</i>
Cloro	-	Móvel
Ferro	Imóvel	Pouco Móvel
Boro	-	Imóvel
Manganês	-	Pouco Móvel
Zinco	Pouco Móvel	Pouco Móvel
Cobre	Imóvel	Pouco Móvel
Molibdênio	-	Móvel

Fonte: Malavolta (1989).

Tabela 16 – Propriedades dos nutrientes do solo

<i>Macronutrientes</i>	<i>No solo</i>		<i>Na planta</i>	
	<i>Ganhos</i>	<i>Perdas</i>	<i>Deficiências</i>	<i>Excesso</i>
Azoto	Aubos; Atmosfera; Resíduos de leguminosas; Dejetos de animais.	Lavagem Formação de gases Desnitrificação de microrganismos	As folhas mais velhas ficam cloróticas (amarelas)	Folhas mais suculentas e menos duras são consideradas plantas mais frágeis Retarda maturação Diminuição do teor de açúcar
Fósforo	Detritos de matéria orgânica	Insolubilização	As folhas mais velhas ficam arroxeadas Atrofia das zonas de crescimento	Planta não absorve este elemento

Potássio	Alteração de com potássio	Lavagem Erosão	Manchas cloróticas situadas junto às margens das folhas que se tornam necróticas e enroladas.	Bastante absorvido pelas plantas mas sem danos para as produções
Cálcio	Alteração de com cálcio Dissolução de sais	Lavagem Imobilizado por microrganismos Precipitado sob a forma de sais	Atrofia no crescimento da parte aérea e radicular. Deficiências manifestam-se nas partes mais jovens da planta	-
Magnésio	Alteração de com magnésio Dissolução de sais L	Insolubilização	Aparecimento de pontos cloróticos distribuídos entre as nervuras das folhas. Deficiências manifestam-se nas folhas mais velhas.	-
Enxofre	Libertação a partir da matéria orgânica Oxidação e dissolução de formas minerais	Formação de gases Imobilizado por microrganismos Arrastado por lavagem	Clorose em toda a planta	Valores superiores aos valores-limite críticos são tóxicos

Fonte: Adaptado de (Instituto Politécnico de Santarém, 2017)

Anexo 5 - Sistemas de irrigação

Os sistemas de rega mais comuns para o cultivo agrícola são por sulco, aspersão convencional, aspersão por pivô central e por irrigação localizada (Figura 12) (SENAR, 2012). A escolha do sistema depende da disponibilidade de água, do tipo de culturas, das exigências das culturas e dos recursos financeiros.

A irrigação superficial por sulco é utilizado geralmente para culturas arbustivas, em locais com grande disponibilidade de água e com custos associados reduzidos, relativamente aos demais. A sua utilização depende do declive do terreno e tipo de solo.

A irrigação por aspersão convencional é feita através da divisão de um ou mais jatos de água que caem sobre o solo na forma de chuva artificial. É o sistema mais utilizado uma vez que se adequa à maioria das culturas, a diferentes tipos de solo e diversas condições topográficas.

O sistema de aspersão por pivô central é utilizado em cultivos de grande escala.

A irrigação localizada é um sistema que pode ser utilizado no cultivo de qualquer hortalça e o sistema mais eficiente uma vez que permite economizar e controlar o volume e distribuição de água.



Figura 12 – Exemplos de sistemas de irrigação para o cultivo agrícola

Fonte: a) Rede Agronomia, <http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/projeto-de-irriga-o-com-sulcos-de-infiltra-o>

- b) Emater, <http://www.emater.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=120>
- c) Valley, <http://www.valleyirrigation.com.br/equipamento/piv%C3%B4-central>
- d) Irrigação.net, <https://www.irrigacao.net/irrigacao-localizada/veja-como-fazer-um-sistema-de-irrigacao-por-gotejamento/>

Anexo 6 – Relação entre as plantas**Tabela 17** – Relações entre as plantas

<i>Relação entre as plantas</i>		
<i>Cultura principal</i>	<i>Plantas Companheiras</i>	<i>Plantas Antagónicas</i>
Abóboras	Chicória, feijão-de-vagem, milho	Batata, legumes tuberosos
Alfaces	Cenoura, morango, rabanete, aipo, ervilhas, feijão e pepino	Família das couves
Alhos	Alface, beterraba, morango, tomate e couve	Ervilhas, couves e feijões
Batata	Feijão, milho, couve, beringela e espinafre	Abóbora, tomate, framboesa, pepino, girassol, aipo, beterraba e couve
Beterrabas	Cebola, alface e couve rábano, alho, pepino	Feijão trepador
Cebolas	Beterraba, tomate, alface, camomila, segurelha, cenoura, pepino, melão	Ervilhas e feijões Aneto
Cenouras	Ervilha, alface, cebola e tomateiro	Endro e aneto
Couves	Acelga, cebola, batata, espinafre, salvia, alecrim, menta e tomilho	Morangueiro e tomateiro
Couve-flor	Aipo	Morangueiro e tomateiro
Ervilhas	Cenoura, nabo, rabanete e pepino	Cebola, alho e cebola
Espinafres	Feijão, beterraba e morangueiro	-
Feijão-verde	Milho, batata e rabanete	Beterraba, alho e cebola
Nabos	Ervilha, feijão, alecrim e hortelã	Tomateiro, batata e mostarda
Pepinos	Feijão, ervilha, rabanete e alface	Batata e ervas aromáticas
Pimentos	Cenoura, cebola, salsa e tomateiro	Couve-rábano
Orégãos	Todas as hortícolas	-
Rabanetes	Ervilha, alface, pepino e cenoura	Acelga e videiras
Salsa	Tomateiro, espargo e milho	-
Tomates	Cebola, cenoura, salsa, couve-flor, alho, alface	Feijão, couve, batata e pepino
Tomilho	Todas as hortícolas	-

Fonte: Manual de agricultura biológica, 2002 citado em (Município Participativo de Setúbal, 2005)

Anexo 7 – Sementeira e Colheita**Tabela 18** – Calendário de sementeira e plantação

<i>Primavera (Abril a Junho)</i>	<i>Verão (Julho a Setembro)</i>	<i>Outono (Outubro a Dezembro)</i>	<i>Inverno (Janeiro a Março)</i>
Pimento para transplantação	Beterraba de Inverno	Nabo	Alho-porro
Curgetes para transplantação	Abóbora	Alface	Cebola para transplantação
Funcho	Couve-galega	Couve de Primavera	Rabanetes
Salsa	Couve chinesa	Fava de Inverno	Tomate
Salvia	Couve roxa	Tomate	Pepino
Aipo	Alface	Agriões	Nabo
Cebola	Nabos de Inverno	Alho	Cenoura
Couve	Rabanete de Inverno	Cebola	Beterraba
Couve-de-bruxelas	Couve de Inverno	Ervilha	Couve roxa
Beterraba precoce	Cebola de Inverno	Espinafre	Fava
Espargo	Alface de Primavera	Nabiça	Couve de verão
Ervilha	Espinafre	Pimento	Alcachofra
Alface de Outono e de Inverno	Milho para saladas	Rabanete	Abóbora
Cenoura	Agriões	Rábano	Agrião
Abóbora	Chicória	Salsa	Alface
Tomate	Salsa	Coentro	Batata
Bróculos	Tomate	Cebolinho	Beringela
Couve-flor	Couve-flor	Cenoura	Cabaças
Beringela	Ervilha		Cebolinho
Batata	Fava		Coentros
Milho doce	Nabo		Malaguetas
Espargo			Salsa
Chicória			Morangos
Soja			
Coentros			
Agriões			

Fonte: www.biologicaonline.com em (Município Participativo de Setúbal, 2005)

Tabela 19 – Calendário de colheita

<i>Primavera (Abril a Junho)</i>	<i>Verão (Julho a Setembro)</i>	<i>Outono (Outubro a Dezembro)</i>
Cabeças de Nabo	Beterraba	Abóbora
Rabanetes	Curgete	Agrião de água
Tomate de estufa	Cenoura	Batata
Alface de primavera	Batata	Couve chinesa
Repolho	Fava	Couve-flor de Outono
Espinafre de Verão	Alface de Verão e Outono	Couve-de-bruxelas
	Pepino	Soja
	Pimento	Beterraba
	Estragão	Aipo
	Couve de Verão	Cenoura
	Abóboras	Rabanete de Inverno
	Alcachofras	Rábano
	Milho doce precoce	Alface de Outono
	Cebola	Espinafre de Outono
	Milho de Verão	Nabo
	Beringela	Alho-porro
		Couve galega

Fonte: www.biologicaonline.com em (Município Participativo de Setúbal, 2005)

Anexo 8 – Rotações de culturas**Tabela 20** – Culturas sementadas, culturas precedentes favoráveis e não favoráveis, rotação das culturas

<i>Culturas sementadas</i>	<i>Culturas precedentes favoráveis</i>	<i>Culturas precedentes a evitar</i>	<i>Rotações</i>
Alface, Alcachofra	Alho, Alho-francês, Batata, Cebola	Alface, Beterraba, Couve, Nabo, Rábano	-
Alho, Alho-francês, Cebola	Batata, Beringela, Couves, Ervilha, Fava, Feijão, Nabo, Pimento, Tomate	Alho, Alho-francês, Beterraba, Cebola, Milho	7 Anos
Batata, Beringela, Pimento, Tomate	Alho, Alho-francês, Cebola	Abóbora, Batata, Beringela, Melão, Pepino, Pimento, Tomate	3-4 Anos
Couves, Nabo, Rábano	Alho, Alho-francês, Cebola, Espinafre	Abóbora, Aipo, Cenoura, Couves, Feijão, Melão, Nabo, Pepino, Tomate	5 Anos
Ervilha, Fava, Feijão	Alho, Alho-francês, Cebola	Ervilha, Fava, Feijão	2-3 Anos para o feijão 4-5 Anos para a ervilha e para a fava
Milho	Aveia, Beterraba, Cebola, Linho	Milho, Batata	-

Fonte: Manual de agricultura biológica citado em (Município Participativo de Setúbal, 2005)